

24
2 Eym.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO, CON UNIDADES DE TIPO ABSORCION.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO

P r e s e n t a :

ENRIQUE EVARISTO CAMPERO MARIN

Director de Tesis: DR. JOSE LUIS FERNANDEZ ZAYAS

México, D. F.

1985



UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

R E S U M E N.

La secuencia ordinaria para la elaboración de un proyecto de aire acondicionado, con las tablas necesarias para la determinación de las condiciones de proyecto, se presenta en los antecedentes. Asimismo, se hace referencia a las etapas de concurso e instalación, hasta obtener los manuales de operación y mantenimiento, que debe proporcionar el mismo instalador.

La metodología propuesta en el presente trabajo, considera que todo manual de operación y mantenimiento debe incluir los siguientes aspectos:

- 1.- Información de Diseño. En esta sección deben presentarse todos los parámetros utilizados para la selección de los equipos involucrados en el sistema. De esta forma podrán detectarse con los instrumentos adecuados, las desviaciones que pudieran existir en los equipos que integran las instalaciones de aire acondicionado.
- 2.- El funcionamiento de cada equipo en particular e dispositivo. Explicando la operación de cada elemento en particular y su interrelación en las instalaciones, podrá comprenderse de una manera más sencilla, el funcionamiento global de los sistemas de acondicionamiento de aire, sin tener conocimientos especializados. De esta manera se pretende que los futuros operadores, obtengan conocimientos prácticos para iniciar las operaciones en forma inmediata.
- 3.- Operación y periodicidad del mantenimiento preventivo propuestas por el instalador. Aunque estos aspectos estén -

fundamentados en la experiencia del contratista de aire la propia experiencia de los operaderos, los cursos de capacitación, etc., será lo que determine un mejor adecuamiento.

- 4.- Los lineamientos y aspectos de interés más importantes, para el desarrollo de las actividades de mantenimiento predictivo y preventivo, con el fin de reducir el correctivo, que normalmente tiene costes elevados.

NOMENCLATURA.

A - Area.

A.A. - Aire Acondicionado.

A.A.C. - Alimentación de Agua Caliente.

A.A.K. - Alimentación de Agua de Condensados.

A.A.R. - Alimentación de Agua Refrigerada.

A.C. - Agua Caliente.

A.Co. - Agua de Condensación.

A.K. - Agua de Condensados.

AMICA. - Asociación Mexicana de Ingenieros en Calefacción
y Aire Acondicionado.

A.R. - Agua Refrigerada

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and -
Air Conditioning Engineers, Inc.

B.A.C. - Bomba de Agua Caliente.

B.A.Co.- Bomba de Agua de Condensación.

B.A.K. - Bomba de Agua de Condensados.

B.A.R. - Bomba de Agua Refrigerada.

BF. - Factor de Desvío.

C. - Caldera.

C.C. - Capacidad Caldera.

CFM. - Pies Cúbicos por Minuto.

E.S. - Equipo Suavizador.

F.C. - Factor de Corrección.

G.P.M. - Galones por Minuto.

H.R. - Humedad Relativa.

- I.C. - Intercambiador de Calor.
- M.C. - Mantenimiento Correctivo.
- M.P. - Mantenimiento Preventivo.
- N.A. - Normalmente Abierto. (a)
- N.C. - Normalmente Cerrado. (a)
- P. - Presión.
- Pie C.A. - Pie de Columna de Agua.
- PSIG. - Libras por Pulgada Cuadrada (manométricas).
- Q_a - Gasto de Aire.
- R.D.A.C. - Retorno Directo de Agua Caliente.
- R.D.A.K. - Retorno Directo de Agua de Condensados.
- R.D.A.R. - Retorno Directo de Agua Refrigerada.
- R.I.A.C. - Retorno Inverso de Agua Caliente.
- R.I.A.R. - Retorno Inverso de Agua Refrigerada.
- S.H. - Calor Sensible.
- SHF. - Factor de Calor Sensible.
- T. - Temperatura.
- T₁ - Temperatura de Agua de Salida de la Torre de Enfriamiento.
- T₂ - Temperatura de Agua de Entrada a la Torre de Enfriamiento.
- T.A.C. - Temperatura de Agua Caliente.
- T_{ADF} - Temperatura de Punto de Rocío del Aparato.
- Tbh. - Temperatura de bulbo húmedo.
- Tbs. - Temperatura de bulbo seco.
- T.C. - Tanque de Combustible.
- T.R.C. o T.R.Co. - Tanque de Retorno de Condensados.

- T. E. - Torre de Enfriamiento.
- T. E. A. K. - Temperatura de Entrada del Agua de Condensados.
- Tew. - Temperatura del agua de entrada al serpentín.
- T. R. - Toneladas de Refrigeración.
- T. S. A. K. - Temperatura de Salida del Agua de Condensados.
- T. X. - Tanque de Expansión.
- U. A. - Unidades de Absorción.
- U. M. A. - Unidad Manejadora de Aire.
- V. - Velocidad.
- VIM. - Velocidad de Nivel de Mar.
- 7 - Eficiencia.

I N D I C E

Introducción.	1
Antecedentes.	2
Capítulo 1.- Información de Diseño.	
1.- Información de Diseño.	27
1.1.- Datos Originales de Diseño.	27
1.1.1.- Selección de Unidades Generadoras de Agua Refrigerada Tipo Absorción.	28
1.1.2.- Selección de las Torres de <u>Enfriamiento</u> .	30
1.1.3.- Selección de las Calderas e Intercambiador de Calor.	33
1.1.4.- Selección del Equipo de Bombeo.	38
1.1.5.- Selección de las Unidades Manejadoras de Aire.	43
1.1.6.- Selección de Ventiladores.	49
1.2.- Datos de los Equipos Finalmente <u>Instalados</u> .	51
1.3.- Descripción General del Sistema.	56
Capítulo 2.- Principios de Funcionamiento y Operación del Sistema de Aire Acondicionado.	
2.- Principios de Funcionamiento y Operación del Sistema de Aire Acondicionado.	58

2.1.- Sistema de Enfriamiento de Agua.	58
2.1.1.- El Ciclo de Absorción.	59
2.1.2.- Descripción de la Máquina de Absorción.	62
2.1.3.- Circuito de Vapor y Agua de Condensación.	68
2.1.4.- Circuito de Agua de Condensados.	70
2.1.5.- Circuito de Agua Refrigerada.	77
2.2.- Sistema de Calentamiento de Agua.	80
2.2.1.- Circuito de Vapor y Agua de Condensación, e I.C.	82
2.2.2.- Circuito de Agua Caliente.	89
2.3.- Suministro de Energía para A.R. y - A.C.	93
2.3.1.- Calderas de Hume.	94
2.3.2.- Línea de Purgas.	105
2.3.3.- Línea de Agua Suave, Vapor y Condensación. Equipo Suavizador.	105
2.3.4.- Línea de Diesel y Gas.	112
2.3.5.- Desfogue de Gases.	115
2.4.- Sistema de Enfriamiento y Distribución de Aire.	119

2.4.1.-	Unidad Manejadora de Aire.	119
2.4.2.-	Redes de Ductos y Difusores.	120
2.5.-	Sistema de Control.	122
2.5.1.-	Control de Temperatura de Aire, (U.M.A.).	125
2.5.2.-	Control de Temperatura de Agua Refrigerada y Caliente, (U.M.A.).	125
2.5.3.-	Control de Temperatura de Agua de Condensados, (T.E.).	127
2.5.4.-	Control de Temperatura de Agua Ca liente, (I.C.)	129
2.5.5.-	Control de Temperatura de Agua Re frigerada (U.A.), e Interruptores de Flujo en A.R. y A.K.	132
2.6.-	Sistema de Extracci3n.	133
2.7.-	Sistema de Bombeo.	133
2.8.-	Instalaci3n El3ctrica del Sistema de Aire Acondicionado.	134

Capítulo 3.- Generalidades sobre Operaci3n y Mantenimiento.

3.-	Generalidades sobre Operaci3n y - Mantenimiento.	139
-----	---	-----

3.1.-	Arranque del Equipo del Sistema de Aire Acondicionado.	130
3.1.1.-	Paro del Equipo de Aire Acondicionado.	145
3.2.-	Mantenimiento Diario, Semanal, -- Mensual y Trimestral a partes del Sistema de Aire Acondicionado.	148
3.2.1.-	Limpieza en Líneas.	148
3.2.2.-	Limpieza en Circuitos.	153
3.2.3.-	Redes de Ductos y Difusores.	155
3.2.4.-	Instalación Eléctrica.	156
3.2.5.-	Trabajos de Mantenimiento de Equipos.	156
3.3.-	Bitáceras.	174

Capítulo 4.- Conclusiones.

4.-	Conclusiones.	176
4.1.-	Objetivos del Mantenimiento Preventivo	176
4.1.1.-	Prioridades.	177
4.1.2.-	Áreas de Responsabilidades en M.P.	178
4.1.3.-	Aspectos a Incluir en Trabajos de M.P.	179
4.1.4.-	Elementos para la Programación y Organización del Mantenimiento --	

Preventivo.	180
4.2.- Información Adicional.	184
Anexo "A" : Bitácoras.	185
Anexo "B" : Listas de Proveedores de partes de Re- posición, Diesel, Gas y Productos Quí- micos.	192
Anexo "C" : Croquis de Localización de Equipo Cen- tral.	195
Anexo "D" : Colores en Tuberías. (Señalización)	196
Simbología.	197
Bibliografía.	200.

I N T R O D U C C I O N

El presente ejercicio de tesis se orienta al problema de la operación y mantenimiento de una gran instalación de aire acondicionado en la ciudad de México. Aunque se mencionan al principio algunos aspectos de diseño y cálculo de la carga térmica, el objetivo central es auxiliar al operador en conocer la función de cada aparato y su interrelación en la instalación de aire acondicionado. Se explica de manera muy sencilla, los recorridos tanto de agua refrigerada, agua de condensados y agua caliente, así como los principios de funcionamiento de equipos tan importantes - como intercambiadores de calor y trampas de vapor.

Los croquis de zonificación en tamaño carta, permiten trabajar más fácilmente en caso de reparación de controles, limpieza o balanceos, que un plano. Se presenta el croquis de ductos para plantas tipo, mismo que puede utilizarse para la instalación de control de la planta, añadiéndole la ubicación de tuberías y termostatos. De igual forma pueden elaborarse los croquis de todas las plantas.

Se omitieron algunos detalles por considerarse menos importantes y por ser visuales, tales como soporterías, bridas, etc.

Se anexan croquis de localización de equipos en sótano y bitécora de temperaturas para unidades de absorción que se espera sean de utilidad a los interesados.

Se agradece a Equipos para Climas, S.A., especialmente al Ing. Angel Pérez Manauta, la autorización para usar en esta tesis información de propiedad de la Empresa.

A N T E C E D E N T E S

Aunque el presente trabajo esté enfocado básicamente a la descripción general de los métodos de Operación y Mantenimiento para las Instalaciones de Aire Acondicionado con unidades de tipo absorción, se presenta también a continuación, un breve análisis sobre la información y datos necesarios para establecer las condiciones interiores del local o locales a acondicionar.

Fundamentalmente los cálculos para la estimación de la carga térmica, se efectúan a partir de los planos arquitectónicos en los cuales el diseñador encontrará datos sobre orientación de la construcción, tipo de muros (exteriores e interiores), tipo de cristales, tipo de losas (entrepisos y techos), clase de estructura (metálica o de concreto) con sus trabes y columnas y en general todos los aspectos constructivos que determinarán en gran medida tanto la carga térmica como la definición de equipos a instalarse, dados los espacios destinados a estos.

La información que no se encuentre en dichos planos será necesario ir recabándola en juntas de coordinación de proyectos y en muchos casos aquellos datos de interés que no se logren reunir dentro del plazo conveniente, tendrán que ser estimados a criterio del calculista.

A grandes rasgos, los pasos a seguir hasta obtener un diseño completo del Sistema de Aire Acondicionado, serían los siguientes:

- 1.- Estimación de la Carga Térmica.
- 2.- Distribución de Aire.
- 3.- Selección de Equipos (excluyendo bombas)
- 4.- Diseño de Tuberías para Líquido Enfriador (agua en este caso)

- 5.- Selección de Bombas para el Manejo de Agua.
- 6.- Sistemas Eléctricos y de Control.
- 7.- Aislamientos y Soporterías en General.

Aceptado el proyecto, se elabora la siguiente información que se entrega junto con planos:

- 1.- Especificaciones Generales de Equipos y Materiales Diversos.
- 2.- Catálogo de cantidades con Descripciones Completas de Equipos y Materiales.
- 3.- Catálogo de Fabricantes, de los Equipos más Importantes del Proyecto.

La información anterior es requerida por el proyectista principal, coordinador del proyecto o por el mismo dueño, para someter el proyecto a concurso (s), con los interesados en la ejecución.

Las cantidades y especificaciones que entregue el proyectista, serán las que utilizarán los concursantes, como base para presentar sus cotizaciones.

Una vez determinado el ganador, este debe presentar al coordinador de la obra, programas de ejecución de las instalaciones de Aire Acondicionado fundamentados en los avances estimados por el contratista general de la obra civil. Este programa se entregará junto con información adicional que por lo regular solicita el coordinador.

Al finalizar los trabajos de las instalaciones de Aire Acondicionado el contratista someterá los equipos a pruebas y efectuará el arranque final, si este lo tiene dentro de su contrato.

Por último, el instalador debe proporcionar al departamento de mantenimiento (en su caso), el catálogo de cantidades definitivas, -

planos actualizados y los manuales de Operación y Mantenimiento de las Instalaciones del Sistema de Aire Acondicionado, describiendo claramente su funcionamiento.

Para el cálculo de la carga térmica de refrigeración se han adoptado en México algunos criterios como el de CARRIER y ASHRAE -- (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.), entre otros.

Sin embargo para la estimación de la carga térmica de refrigeración por uno u otro método, es necesario definir los siguientes aspectos:

- 1.- Situación Geográfica
- 2.- Condiciones Exteriores-Verano
- 3.- Condiciones Exteriores-Invierno
- 4.- Condiciones Interiores
- 5.- Condiciones Particulares

Antes de iniciar cualquier cálculo, es necesario definir los parámetros involucrados con los conceptos enunciados y para tal fin, se creó en México en los años 50, la Asociación Mexicana de Ingenieros en Calefacción y Aire Acondicionado (AMICA).

La AMICA desarrolló las tablas necesarias para definir los parámetros iniciales, involucrados en el cálculo de la carga térmica.

De las tablas de la AMICA, se obtienen los siguientes datos:

- 1.- Situación Geográfica: a) Latitud
b) Altitud
c) Presión Barométrica
d) Variación Diaria (en algunos casos).
- 2.- Condiciones Exteriores-Verano:

- a) Temperatura Máxima Exterior.
- b) Temperatura de Cálculo (bulbo seco y bulbo húmedo).
- c) Mes más Caluroso

3.- Condiciones Exteriores-Invierno:

- a) Temperatura Mínima Exterior.
- b) Temperatura de Cálculo (bulbo seco).

- 4.- Condiciones Interiores: a) Temperatura de bulbo seco del interior.

En las tablas números 1,2 y 3, pueden leerse los valores que se obtendrían de la AMICA, para iniciar el cálculo de la carga térmica, en el Distrito Federal; estos serían los siguientes:

- 1.- Situación Geográfica:
- a) Latitud : $19^{\circ} 25' N.$
 - b) Altitud : 2,240 m.
 - c) Presión Barométrica : 585mm. Hg.
 - d) Variación Diaria : $18.15^{\circ} F.$
 - e) Variación Anual: $32^{\circ} C = 57.6^{\circ} F.$

2.- Condiciones Exteriores-Verano:

- a) Temperatura Máxima Exterior : $32^{\circ} C.$
- b) Temperatura de Cálculo:

TABLA Nº 1

CALCULO DE LA TEMPERATURA INTERIOR EN
FUNCION DE LA TEMPERATURA DE CALCULO DE BUL-
BO SECO EXTERIOR.

(A M I C A)

VERANO FRANCO

1).- PERMANENCIA CORTA MENOS DE 1 HORA.

TEMPERATURA INTERIOR = 14 + 0.4 de TEMPERATURA EXTERIOR. °C (bs).

2).- PERMANENCIA MEDIA DE 1 A 3 HORAS.

TEMPERATURA INTERIOR = 16 + 0.3 de TEMPERATURA EXTERIOR. °C (bs).

3).- PERMANENCIA LARGA MAYOR DE 3 HORAS.

TEMPERATURA INTERIOR = 18 + 0.20 de TEMPERATURA EXTERIOR. °C (bs).

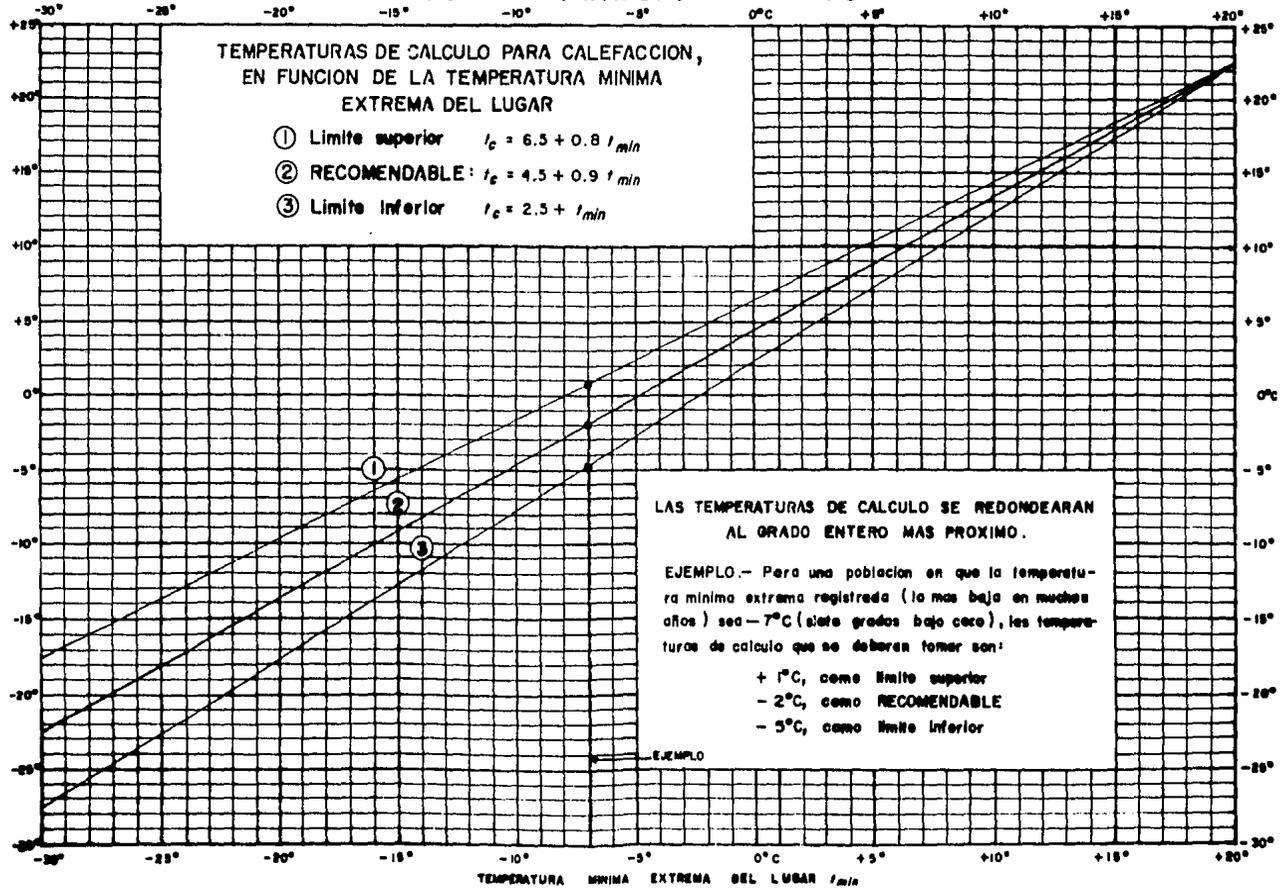
SIN VERANO FRANCO

1).- TEMPERATURA INTERIOR = 20 + 0.1 de TEMPERATURA EXTERIOR. °C (bs).

Norma AMICA - 1-1955

TEMPERATURAS DE CALCULO PARA CALEFACCION,
EN FUNCION DE LA TEMPERATURA MINIMA
EXTREMA DEL LUGAR

- ① Limite superior $t_c = 6.5 + 0.8 t_{min}$
- ② RECOMENDABLE: $t_c = 4.5 + 0.9 t_{min}$
- ③ Limite inferior $t_c = 2.5 + t_{min}$



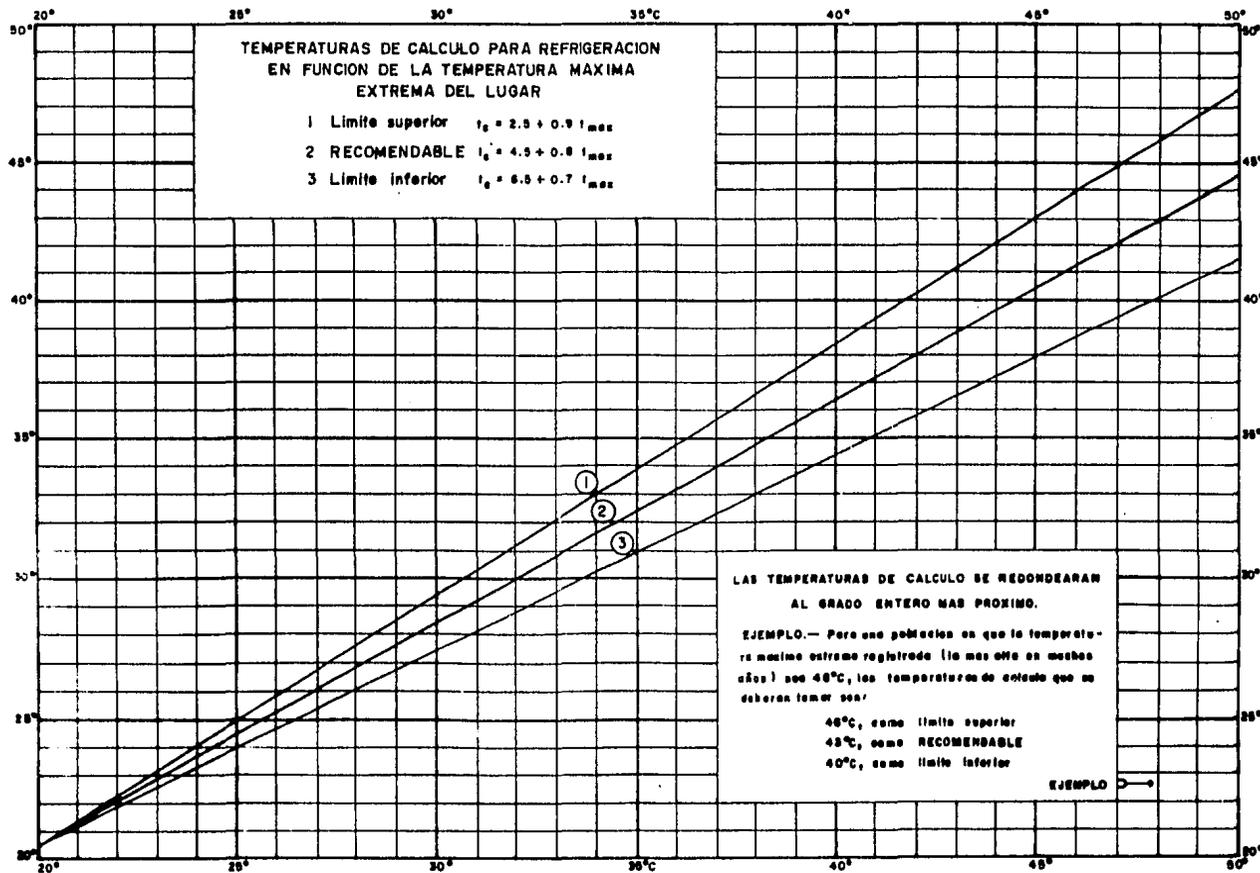
LAS TEMPERATURAS DE CALCULO SE REDONDEARAN
AL GRADO ENTERO MAS PROXIMO.

EJEMPLO.- Para una poblacion en que la temperatura minima extrema registrada (la mas baja en muchos años) sea -7°C (siete grados bajo cero), las temperaturas de calculo que se deberan tomar son:

- + 1°C, como limite superior
- 2°C, como RECOMENDABLE
- 5°C, como limite inferior

EJEMPLO

Norma AMICA-2-1955



TEMPERATURA MAXIMA EXTREMA DEL LUGAR t_{max} .

TABLA No. 2 A M I C A

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
DATOS SITUACION			DATOS VERANO				DATOS INVIERNO						
E S T A D O V. D.	Posición	Geográfica	Altura	Presión	Temp.	Temp. de	Grados-día	Temp.	Temp. de	Grados-día	Temp.	Grados-día	
	Latitud	Longitud	S.N.M.	Barométrica	Máx-Ext.	Cálculo	Anuales	Min-Ext.	Cálculo	Anuales	Min-Ext.	Cálculo	
	N	W	M	(Mb)	(mm.Hg)	°C	BS	BH	°C	°C			
AGUASCALIENTES													
Aguascalientes	21° 53'	102° 18'	1879	816	612	36.8	34	19	248	- 4.7	0	330	
BAJA CALIFORNIA													
Ensenada	31° 52'	116° 38'	13	1012	759	36.5	34	26	109	+ 1.1	+ 5	492	
Mexicali	32° 29'	115° 30'	1	1013	760	47.8	43	28	1660	- 3.7	+ 1	372	
La Paz	24° 10'	110° 07'	18	1011	758	38.0	36	27	1827	+ 9.0	+13	556	
Tijuana	32° 29'	117° 02'	28	1010	758	38.2	35	26	754	- 3.3	+ 2	556	
CAMPECHE													
Campeche	19° 51'	90° 32'	25	1010	758	38.9	36	26	2087	+12.7	+16		
Ciudad del Carmen	18° 38'	91° 49'	3	1013	760	41.0	37	26	2126	+10.6	+14		
COAHUILA													
Monclova	26° 55'	101° 26'	586	948	711	42.0	38	24	1169	- 7.8	- 3	326	
Nueva Rosita	27° 55'	101° 17'	430	965	724	45.0	41	25	1539	- 8.5	- 3	481	
Piedras Negras	28° 42'	100° 31'	220	988	741	48.9	40	26	1547	-11.9	- 6	479	
Saltillo	25° 26'	101° 00'	1609	842	632	38.0	35	22	208	- 9.6	- 4	523	
COLIMA													
Colima	19° 14'	103° 45'	494	958	719	39.5	36	24	1683	+ 8.5	+12		
Manzanillo	19° 04'	104° 20'	3	1013	760	38.6	35	27	2229	+12.1	+15		
CHIAPAS													
Tapechula	14° 54'	92° 16'	168	994	746	37.4	34	25	2081	+12.8	+16		
Tuxtla Gutiérrez	16° 45'	93° 06'	536	953	715	38.5	35	25	1601	+ 7.2	+11		
CHIHUAHUA													
Chihuahua	12.45	28° 36'	106° 04'	1423	860	645	38.5	35	23	651	-11.5	- 6	793
Ciudad Juárez	15.00	31° 44'	106° 29'	1137	889	667	41.2	37	24	695	-16.0	-10	1289

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
	V.D.	N	W	M	(Mb)	(mmHg)	°C	BS	BH	°C	°C		
DISTRITO FEDERAL													
México Chapultepec	18.15	19° 25'	99° 10'	2240	780	585	33.8	30	17	78	- 4.8	0	847
DURANGO													
Durango	16.20	24° 01'	104° 40'	1897	814	610	35.6	33	17	100	- 5.0	0	580
Ciudad Lerdo	12.75	25° 30'	103° 32'	1140	889	667	39.0	36	21	1082	- 4.2	+ 1	227
GUANAJUATO													
Celaya	18.90	20° 32'	100° 49'	1754	828	610	41.5	38	20	657	- 4.5	0	136
Guanajuato	15.90	21° 01'	101° 15'	2037	801	601	33.8	32	18	49	+ 0.1	+ 5	245
-Leon	16.65	21° 07'	101° 41'	1809	822	617	36.5	34	20	192	- 2.5	+ 2	176
Salvatierra	17.40	20° 13'	100° 53'	1761	827	620	38.0	35	19	367	- 2.0	+ 3	40
GUERRERO													
Acapulco	6.90	16° 50'	99° 56'	3	1013	760	35.8	33	27	2613	+15.8	+19	
Ciudad Bravo (Chipancingo)	15.00	17° 33'	99° 30'	1250	878	658	35.2	33	23	434	+ 5.0	- 9	
Taxco	13.95	18° 33'	99° 36'	1755	828	621	36.5	34	20	518	- 8.0	+12	
HIDALGO													
Actopan		20° 08'	98° 45'	2445	764	573	31.4	29	18		- 5.8	- 1	1007
Tulancingo	21.90	20° 05'	98° 22'	2181	787	590	34.7	32	19	12	- 5.8	- 1	849
Pachuca	18.45	20° 08'	98° 45'	2445	764	573	31.4	29	18		- 5.8	- 1	1007
JALISCO													
Guadalajara	15.30	20° 41'	103° 20'	1589	844	633	36.0	33	20	204	- 3.7	+ 1	164
Lagos	21.60	21° 22'	101° 56'	1880	816	612	43.2	39	20	574	- 3.2	+ 2	162
Puerto Vallarta	11.70	20° 37'	105° 15'	2	1013	760	39.0	36	26	2090	+11.0	+14	
MEXICO													
Texcoco	19.35	19° 31'	98° 52'	2216	784	588	34.0	32	19	175	- 6.0	- 1	500
Toluca	16.65	19° 17'	99° 39'	2675	743	557	26.8	26	17		- 3.0	+ 2	1570
MICHOACAN													
Apatzingan	11.10	19° 05'	102° 15'	682	937	703	43.0	39	25	3013	+11.5	+15	270
Morelia	14.25	19° 42'	101° 07'	1923	812	609	31.3	30	19	165	+ 1.6	+ 6	270
Zamora	17.40	19° 59'	102° 18'	1633	840	630	37.5	35	20	320	- 0.2	+ 4	25
Zacapu	19.35	19° 45'	101° 45'	2000	804	603	34.8	32	19	188	- 6.0	- 1	675

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	V. D.	N	W	M	(Mb)	(mmHg)	°C	BS	BH		°C	°C
MORELOS												
Cuautla	25.80	18° 43'	98° 57'	1291	874	655	47.4	42	22	825	+ 5.3	+ 9
Cuernavaca	11.17	18° 55'	99° 14'	1538	849	637	32.6	31	20	250	+ 6.9	+11
NAYARIT												
San Blas	8.25	21° 32'	105° 19'	7	1013	760	36.0	33	26	1462	+ 7.3	+11
Tepic	13.45	21° 31'	104° 53'	918	912	684	38.9	36	26	600	+ 1.9	+ 6
NUEVO LEON												
Montemorelos	12.45	25° 12'	99° 50'	432	965	724	42.8	39	25	1856	+ 0.5	+ 5
Monterrey	15.18	25° 40'	100° 18'	534	954	715	41.5	38	26	1181	- 5.4	0
OAXACA												
Oaxaca	13.45	17° 04'	99° 42'	1563	846	635	38.0	35	22	290	+ 2.4	+ 7
Salina Cruz	8.25	16° 12'	95° 12'	56	1007	755	36.8	34	26	2403	+16.0	+19
PUEBLA												
Puebla	16.15	19° 02'	98° 11'	2150	790	593	30.8	29	17	144	- 1.5	+ 3
Tehuacán	19.20	18° 28'	97° 23'	1676	835	627	37.0	34	20	196	- 5.0	0
QUERETARO												
Querétaro	17.70	20° 36'	100° 23'	1842	819	614	36.2	33	21	159	- 4.9	- 0
SN. LUIS POTOSI												
San Luis Potosí	18.75	22° 09'	100° 38'	1877	816	612	37.3	34	18	86	- 2.7	+ 2
SINALOA												
Yucatán	12.45	24° 48'	107° 24'	53	1007	755	40.9	37	27	1659	+31.1	+ 7
Mazatlán	5.10	23° 11'	106° 25'	78	1004	753	33.4	31	26	1373	+11.2	+14
Topolobampo	10.80	25° 36'	109° 03'	3	1013	760	41.1	37	27	1754	+ 8.0	+12
SONORA												
Guaymas	16.95	27° 55'	110° 53'	4	1013	760	47.0	42	22	1609	+ 7.0	+11
Hermosillo	13.50	29° 05'	110° 58'	211	989	742	45.0	41	26	1875	+ 2.0	+ 6
Nogales	14.40	30° 21'	110° 58'	1117	885	664	41.0	37	26	655	- 9.0	- 4
Ciudad Obregón	13.45	27° 29'	109° 55'	40	1009	757	48.0	43	28	2443	- 1.1	+ 4
TABASCO												
Villahermosa	12.71	17° 59'	92° 55'	10	1012	759	41.0	37	26	2206	+12.2	+15

99
173

418
80

248

345

84
979

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
	V. D.	N	W	M	(Mb)	(mmHg)	°C	BS	BH		°C	°C	
VERACRUZ													
Jalapa	17.70	19° 32'	96° 55'	1399'	863	647	34.6	32	21	245	+ 2.2	+ 6	208
Poza Rica	22.75												
Orizaba	17.60	18° 51'	97° 05'	1246	878	659	37.0	34	21	184	+ 1.5	+ 6	134
Veracruz	8.55	19° 12'	96° 08'	16	1011	758	35.6	33	27	1763	+ 9.6	+13	
YUCATAN													
Merida	13.50	20° 58'	89° 38'	22	1011	758	41.0	37	27	2145	+11.6	+15	
Progreso	13.80	21° 17'	89° 40'	14	1012	759	38.8	36	27	1908	+13.0	+16	
ZACATECAS													
Fresnillo	21.45	23° 10'	102° 53'	2250	781	586	39.0	36	19	235	- 4.5	0	794
Zacatecas	16.95	22° 47'	102° 34'	2612	784	561	29.0	28	17		- 7.5	- 2	1383
QUINTANA ROO													
Cozumel	9.30	20° 31'	86° 57'	3	1013	760	35.8	33	27	1968	+10.3	+14	
Payo Obispo	9.60	18° 30'	88° 20'	4	1013	760	37.2	34	27	2120	+ 9.5	+13	
TAMAULIPAS													
Matamoros	10.05	25° 32'	87° 20'	12	1012	759	39.3	36	26	1815	- 4.7	0	47
Nuevo Laredo	13.05	27° 29'	99° 30'	140	967	748	45.0	41	32	2042	- 7.0	- 2	118
Tampico	11.55	22° 12'	97° 81'	18	1011	738	39.3	36	26	1635	- 2.5	+ 2	
Ciudad Victoria	15.15	23° 44'	99° 08'	221	977	733	41.7	36	26	1397	- 2.3	+ 2	87
TLAXCALA													
Tlaxcala	15.15	19° 32'	98° 15'	2252	781	686	29.4	38	17	34	- 1.4	+ 3	512

DATOS DE VERANO PARA LA REPUBLICA MEXICANA

CON TEMPERATURAS EXTERIORES DE CALCULO (SEGUN NORMA AMICA-2-1955)

ESTADO	POSICION GEOGRAFICA		ALTITUD m	PRESION BAROMETRICA			TEMPERATURA LOCAL EXTREMA °C	TEMPERATURAS DE CALCULO SECA Y HUMEDA												FRECUENCIA CORRIENTE ELECTRICA														
	Latitud	Longitud		m	mb	mm Hg		°C	MESES DE CALOR												SERVICIO													
									Temperaturas Medias en °C												Publico	Misto	Privado											
								Límite Inferior		Límite DABLE		Límite Superior																						
								E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D				
Hacienda Roque, San Diego Union Hacienda San Isidro	20°28'	100°49'	1750	828	621	37.0	32	18/2	34	19	36	19/2	17.7	19.7	21.9	21.5	20.4	20.4	19.5	17.8														
	21°28'	100°52'	2080	797	597	36.5	32	18/2	34	19	35	19/2	19.3	21.4	20.0	18.9	19.2	18.5																
	21°34'	101°35'	1840	820	615	38.5	33	18/2	35	19	37	19/2	18.2	18.8	17.6	17.8	17.4							60 60										
San Juan de Llanos Hacienda San Lucas San Luis de la Paz	21°15'	101°18'	2020	802	602	41.3	35	19	38	20	40	20/2	17.0	19.1	20.9	20.9	20.1	19.8	19.8	17.9														
	20°45'	100°30'	2000	800	600	34.0	33	18	32	33	34	34	18.3	19.3	20.6	19.5	19.0	17.7	17.8															
	21°16'	100°32'	1933	811	608	41.0	35	19/2	37	20	39	20/2	17.8	19.8	20.1	19.7	18.4	18.7																
San Miguel Atlands Isla San Pedro Santa Cruz	20°57'	100°45'	1852	818	614	37.1	32	18/2	37	19	36	19/2	18.0	20.4	22.3	21.0	19.8	19.3	19.1	17.6														
	20°13'	101°08'	1702	833	625	35.0	31	18/2	33	19	34	19/2	17.4	19.0	20.6	20.7	19.1	18.9	18.6	17.6							60							
	20°38'	101°01'	1697	833	625	38.0	33	18/2	35	19	37	19/2	18.5	20.6	22.5	22.6	21.5	21.2	20.8	19.5	17.4													
Salvatierra Voz de Santiago Siloa	20°13'	100°53'	1761	827	620	36.0	33	18/2	35	19	37	19/2	17.5	19.6	21.6	23.4	22.9	21.8	21.3	21.0	20.0	17.9												
	20°24'	101°25'	1780	825	619	45.0	38	20	41	21	43	21/2	18.4	20.8	22.7	23.9	23.2	21.2	21.6	21.2	20.4	18.5							60					
	20°36'	101°25'	1777	826	619	39.0	34	19/2	36	20	38	20/2	17.7	19.7	21.5	21.6	20.7	20.4	20.1	18.7														
Villa Victoria	22°21'	100°13'				38.0	33		35		37		17.2	18.9	20.9	22.3	21.9	20.9	20.8	20.6	19.0							60						
	GUERRERO																																	
	Acapulco	6°90'	16°50'	99°56'	3	1013	760	35.8	32	26/2	33	27	35	27/2	25.7	25.7	26.2	26.8	26.2	26.2	26.8	26.3	27.6	27.0	26.1							60-50		
		17°10'	99°27'	1200	883	652	40.0	35	22/2	30	27	35	27/2	18.5	20.7	22.3	23.2	23.8	23.6	22.0	21.6	21.5	19.0	18.8										
		17°12'	100°26'	200	991	743	43.0	37	26/2	39	27	41	27/2	28.5	28.5	29.0	29.7	31.3	30.2	30.6	30.6	29.4	29.9	29.6	29.3							60		
Buenavista Cd. Bravos (Chip) Iguala	15	18°26'	99°24'	260	984	738	37.4	33	20/2	34	21	36	21/2	21.2	23.5	24.7	26.0	25.8	25.0	23.5	23.2	22.6	21.4	21.6	22.3									
		17°33'	99°30'	1230	878	658	35.2	31	22/2	33	23	34	23/2	19.2	21.9	24.2	22.6	23.1	21.8	21.4	21.3	20.9	21.2	20.5	19.7									
		18°22'	99°33'	735	932	699	43.1	37	21/2	39	22	41	22/2	24.4	26.1	28.3	30.0	30.7	28.7	27.4	27.0	26.7	26.3	26.4	24.4									
Ormepec San Marcos Tasco	1395	16°33'	98°55'	400	968	726	43.0	37	26/2	39	27	41	27/2	25.7	26.2	26.8	27.2	28.4	27.4	27.1	27.3	26.8	27.4	27.3	27.5									
		16°42'	99°21'	910	913	685	40.0	35	25/2	37	26	39	26/2	20.2	27.4	28.8	30.2	32.0	31.2	30.6	30.7	29.7	30.2	29.0	28.4									
		18°33'	99°36'	1735	828	621	36.5	32	19/2	34	20	35	20/2	19.2	20.7	22.1	23.9	24.7	22.3	21.1	20.8	20.7	20.7	19.8	19.6									
Tehuacan Tlaxiaco La Unión	18°15'	101°40'	25	100	798	41.0	35	25/2	37	26	39	26/2	27.0	27.1	28.4	28.8	30.1	29.5	30.0	29.6	29.8	28.4	27.4	26.9										
	17°10'	99°36'	298	980	735	41.4	35	25/2	37	26	40	26/2	26.4	27.1	28.2	28.9	29.9	28.4	27.6	27.7	27.3	27.3	26.7	26.6										
	17°58'	101°48'	38	100	757	44.0	37	26/2	40	27	42	27/2	26.5	26.4	26.5	27.7	28.7	28.9	28.7	28.5	27.9	28.0	27.3	26.3	26.6							60		
Zirandero	18°29'	100°39'	197	991	743	47.7	40	24	43	25	45	25/2	26.5	28.2	30.2	31.4	33.2	31.4	29.3	28.6	28.2	29.0	28.0	26.7										
	17°40'	101°33'	3	1013	760																													
	HIDALGO																																	
Actopan El Chico Huehuetlan	20°17'	98°58'	1990	805	604	34.5	31	18/2	32	19	34	19/2	18.0	19.4	18.5	17.8	17.6	17.4																
	20°14'	98°45'				31.2	28	29	31				17.0	17.3							60													
	20°23'	99°39'	2102	795	596	38.0	33	19/2	35	20	37	20/2	18.2	19.2	18.1	17.1	17.0																	
Ixmiquilpan Pab. la Josefina Alamitos 3 Sur	20°29'	99°13'	1745	829	622	4.0	35	18/2	37	19	39	19/2	18.2	20.2	22.0	21.6	21.2	20.8	20.4	18.2														
	19°54'	99°21'				33.8	32	33	33				17.3	17.9	19.2	19.2	18.8	18.6	18.1															
	20°12'	99°11'				39.0	33	35	37				17.3	19.0	19.4	18.0	18.7	18.4																
Miraflores Prasa Requena Tlapuca	20°13'	99°12'	2050	800	600	39.0	34	19/2	36	20	38	20/2	18.2	19.9	18.5	18.4	18.0	18.3																
	19°58'	99°19'	2109	794	596	39.1	34	19/2	36	20	38	20/2	17.9	18.9	18.0	17.3	17.1	17.0																
	19°50'	98°59'	2270	779	584	36.0	31	19/2	33	20	31	20	17.1	18.7	18.5	17.6	17.2																	
Tula Tulancingo Zimapan	20°03'	99°21'	2036	801	601	39.2	34	19/2	36	20	38	20/2	17.3	18.6	18.9	18.7	18.4	18.1																
	20°05'	99°22'	2181	787	590	34.7	31	18/2	32	19	34	19/2	18.2	20.3	21.4	21.6	20.5	20.2	20.0	19.3	18.5							60						
	20°45'	99°23'	1720	831	623	39.2	34	19/2	36	20	38	20/2																						
JALISCO																																		
Ameca Cabo Corrientes La Esperanza	20°38'	104°04'	1230	879	680	39.6	34	23/2	36	24	38	24/1	17.5	19.2	20.5	23.2	24.1	23.9	23.7	23.5	22.4	20.3	18.3											
	20°26'	105°43'	865	903	753	43.8	37	27/2	40	28	42	27/2	27.2	22.9	25.4	26.7	28.1	27.9	27.5	27.6	26.3	18.3												
	19°23'	103°30'	1000	904	678	42.0	36	24/2	38	25	40	25/2	21.1	21.0	22.7	24.2	25.4	24.7	23.8	23.3	23.5	20.2	22.2	21.5										
Quetzilejón Hacienda de Guadalupe Lagos	1530	20°41'	103°20'	1589	844	633	36.0	32	19/2	33	20	35	20/2	18.4	21.2	22.8	22.2	20.3	20.2	19.9	18.9							60 60						
		19°35'	103°50'	1535	849	637	38.0	33	23/2	35	24	37	24/2	18.1	21.3	22.8	22.1	21.4	21.3	21.2	20.1	20.0	18.5	60	60									
	2160	21°22'	101°56'	1880	816	612	41.2	37	19/2	39	26	41	20/2	18.8	21.8	24.4	24.6	23.0	22.9	22.0	20.1	17.3							60					
Manzanillo Embocado Nocera Noceras	20°43'	104°05'				41.2	32	32	33	35			17.0	18.5	20.0	19.9	18.7	18.8	18.7	18.3	17.3													
	20°33'	104°05'	1200	883	682	43.0	37	25/2	39	26	41	26/2	18.4	18.9	20.9	23.2	23.9	24.7	23.1	22.8	23.2	22.5	20.7	19.2							60			
	21°18'	101°35'				39.0	34	36	38				17.6	20.4	18.9	18.9	18.4	18.1																
Isla de Morelos Tula Tamezula de Gordiano	20°20'	103°01'	1079	895	672	34.5	31	19/2	32	20	34	20/2	18.3	19.7	21.7	23.7	24.7	23.2	23.1	23.5	21.5	21.6	20.2	18.6										
	20°37'	103°41'	1345	868	651	41.0	35	22/2	37	21	39	23/2	18.1	19.2	20.9	23.1	23.5	22.5	22.5	21.9	21.1	19.2												
	19°39'	103°10'	1885	874																														

DATOS DE VERANO PARA LA REPUBLICA MEXICANA

CON TEMPERATURAS EXTERIORES DE CALCULO (SEGUN NORMA AMICA-2-1955)

ESTADO	POSICION GEOGRAFICA	ALTITUD	PRESION BAROMETRICA		TEMPERATURA MEDIA EXTREMA	TEMPERATURAS DE CALCULO SECA Y HUMEDA										MESES DE CALOR												FRECUENCIA CORRIENTE ELECTRICA		
			m mb			Límite Inferior RECOMEN DABLE Límite Superior										Temperaturas Médias en °C												SERVICIO		
			Latitud	Longitud		m	mb	mmHg	°C	t _s	t _h	t _s	t _h	t _s	t _h	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Público	Misto	Privado
Paso Real Rio Verde Salinas San Cirso San Luis Potosi Xilitla	18.75	21°57'	98°59'	1242	878	659	43.0	37	24V2	39	25	41	25V2	18.4	20.5	24.3	26.4	29.0	28.5	27.6	27.7	27.5	24.8	22.0	19.5					
		21°35'	99°59'	987	905	679	41.4	35	23	38	24	40	24		17.7	19.8	23.1	24.6	24.2	23.3	23.3	22.6	20.5	17.8	60	60	60			
		22°37'	101°43'	2099	795	596																								
		21°38'	99°50'	883	916	687	41.5	36	23V2	38	23	40	23V2		18.7	21.1	23.7	25.8	25.5	25.6	24.3	24.3	21.1	17.6						
		22°09'	100°58'	1877	918	612	37.3	33	17V2	34	18	36	18V2		17.0	20.4	23.5	26.2	26.2	25.6	25.6	24.5	21.4	18.3	60	60				
21°24'	99°00'				40.0	35		37		39			17.6	19.5	22.5	23.5	24.2	23.9	24.0	23.1										
SINALOA																														
Ahome Badiraguato Bamos		25°55'	109°15'	39	1009	757	47.3	40	27V2	42	28	45	29	17.5	18.4	20.1	22.8	25.4	29.2	31.7	31.3	30.4	27.0	21.4	18.0					
		25°22'	107°29'	170	994	745	44.0	37	26V2	40	27	42	27V2	18.0	19.1	21.0	23.9	25.8	30.0	29.3	28.1	28.3	26.6	22.6	19.0					
25°43'	108°19'	42	1009	757	46.0	39	27V2	41	28	44	29	18.4	20.1	22.4	24.3	27.0	30.4	31.3	30.1	29.7	27.7	22.9	20.2							
Casadi Cuicatlan La Cruz	12.45	24°23'	106°41'	450	963	722	42.0	36	25V2	38	26	40	25V2	18.0	19.3	20.5	23.4	25.9	28.4	27.7	27.2	27.4	25.9	22.0	18.7	60	60	50		
		24°48'	107°24'	358	1007	758	40.3	35	26V2	37	27	39	27V2	19.2	20.4	21.3	23.6	26.0	29.7	24.6	28.0	27.9	26.8	23.0	18.6					
23°56'	106°55'	19	1011	758	39.0	34	26V2	36	27	38	27V2	17.5	18.1	19.7	19.4	21.6	24.4	26.0	28.6	28.6	26.3	22.0	18.4							
Chico Escuinapa El Fuerte		26°43'	106°16'	310	978	734	46.0	39	27V2	41	28	44	29	17.7	19.1	21.0	24.1	27.6	31.3	29.8	28.5	28.2	26.3	22.1	18.1					
		22°40'	108°45'	14	1012	759	35.6	31	25V2	33	36	35	26V2	18.8	19.6	20.0	21.9	24.2	27.1	27.5	27.1	26.8	26.1	23.0	18.9					
26°25'	108°38'	115	1000	750	47.3	40	27V2	42	28	45	29	18.0	19.5	21.5	24.4	27.4	31.8	31.8	30.7	30.4	28.3	23.0	18.7							
Guamuchil Magatlan Mazatlán	5.10	25°27'	108°05'	43	1008	756	45.0	37	26V2	39	27	41	27V2	18.8	20.0	21.5	24.1	26.3	30.0	31.4	30.5	30.3	27.8	23.2	19.9					
		23°11'	106°25'	78	1004	753	43.4	30	23V2	31	26	33	26V2	19.3	19.4	19.7	21.3	23.8	26.4	27.5	27.6	27.5	26.7	23.5	20.6	60	60	50		
23°24'	106°10'	838	921	670	43.9	37	26V2	37	28	42	27V2	17.5	18.4	19.3	20.7	23.2	26.2	29.8	28.8	28.2	25.6	22.6	19.1							
Pánuco Quilá Retas		25°42'	105°58'	602	946	710	42.0	36	25V2	38	26	40	26V2	20.4	21.1	23.1	25.1	27.5	27.2	26.0	25.9	25.2	24.2	22.1	20.2					
		24°56'	107°12'	50	1008	756	42.8	36	27	39	28	41	28V2	18.2	20.4	21.3	23.9	25.8	29.1	29.8	29.3	28.7	27.4	23.7	20.5					
25°02'	107°46'	35	1009	757	45.0	38	27	41	28	43	28V2	17.8	20.1	21.0	23.4	25.7	28.3	29.6	29.2	28.5	27.5	25.2	22.4	18.9						
San Ignacio Topolobampo	10.80	23°56'	106°26'	150	996	747	45.0	38	27V2	41	28	43	28V2	19.5	20.4	21.8	24.2	26.9	29.0	28.3	28.3	27.5	27.2	23.8	21.3					
		25°56'	109°03'	3	1013	760	41.1	39	26V2	37	27	39	27V2	18.6	19.7	20.1	22.2	25.0	29.1	28.8	29.7	29.7	27.8	24.0	19.7					
SONORA																														
Altar Atil Cananea		30°44'	111°46'	397	969	726	47.0	39	27	42	28	45	29					20.0	24.3	28.7	31.4	30.4	28.9	23.4	17.8	60				
		30°9'	111°54'	358	971	728	45.2	38	26V2	41	27	43	27V2	17.8	19.0	22.2	27.5	30.2	28.9	29.0	27.0	26.0	22.1							
30°59'	110°18'	1806	842	632	41.0	35	25V2	37	26	39	26V2																			
Carbá Empalme Guaymas	16.95	29°45'	110°58'	464	961	721	49.0	41	27	44	28	47	29			17.2	20.5	23.9	27.4	29.0	29.2	28.4	24.2	20.3						
		27°58'	110°50'	2	1013	760	47.8	40	27	43	28	46	29		17.2	18.9	22.1	23.2	26.9	28.4	30.4	30.3	26.8	20.6						
27°55'	110°53'	4	1013	760	47.0	39	27	42	28	45	29	17.7	17.7	18.9	20.7	22.8	25.5	28.8	30.7	30.5	30.2	27.3	22.6	18.6	60	60				
Hermosillo Minas Nuevas	13.50	29°05'	110°58'	211	989	742	45.0	38	27	41	28	43	28V2		17.3	20.2	22.9	26.4	31.0	32.0	31.4	30.3	26.0	21.1						
		27°05'	108°59'	101	987	740	42.2	36	25	38	40	26V2		17.2	19.2	22.0	24.7	28.2	27.7	26.4	26.1	24.5	20.8	17.0						
31°51'	109°56'	1404	862	647	46.9	37	25	40	26	42	26V2		17.3	19.3	24.4	24.6	23.1	21.6	17.5											
Nogales Ciudad Oregon	14.40	27°07'	109°28'	38	1009	757	46.0	39	27V2	41	28	44	29	17.9	19.4	20.8	23.8	27.0	31.2	33.8	32.4	31.9	29.0	23.3	19.3	60	60			
		31°21'	10°58'	1177	985	654	41.0	35	25V2	37	26	39	26V2		18.2	19.8	22.2	25.2	27.4	32.1	33.6	35.7	32.7	29.2	23.8	19.6	60	60		
27°29'	108°55'	40	1009	757	48.0	40	27	43	28	46	29	18.2	19.8	22.2	25.2	27.4	32.1	33.6	35.7	32.7	29.2	23.8	19.6	60	60					
Pitáras de Necozari Quirago Rosario		30°19'	109°43'	1409	862	646	45.0	37	24V2	39	25	41	25V2					17.0	20.8	25.3	25.1	24.2	24.1	20.2						
		27°30'	109°15'	280	982	736	49.5	41	41	44	44	41	25V2	17.0	18.7	20.6	24.3	26.6	31.0	31.4	31.4	30.4	27.8	22.4	18.0					
27°53'	109°18'													17.5	21.1	23.9	29.1	28.0	28.2	27.9	27.9									
San Luis Río Colorado Santa Ana Ures		32°28'	114°50'	40	1009	757	58.0	47	29	51	30	55	31		18.3	21.5	25.4	29.7	34.4	34.0	32.0	23.8								
		32°16'	97°50'	80	1004	753	48.0	41	28V2	41	27	47	27V2		18.6	18.7	23.1	28.6	30.0	29.4	28.2	24.1	18.2							
31°54'	110°24'	432	985	724	48.0	39	26V2	41	27	44	28		18.0	20.6	24.5	28.3	29.7	28.8	28.4	24.3	19.0									
TABASCO																														
Alvarado Oregon Teapa Tenosique		18°33'	92°39'	2	1013	760	44.5	38	28V2	40	29	43	30	22.9	23.8	24.9	26.8	27.5	27.4	27.1	27.5	27.1	26.0	24.3	23.5					
		17°33'	92°57'	80	1004	753	41.0	38	28V2	37	28	39	28V2	21.8	20.8	22.2	24.1	26.3	27.6	27.1	26.8	26.9	26.3	24.2	23.2	60				
17°29'	91°25'	50			44.0	37		40		42			23.7	24.8	26.5	29.1	30.1	29.2	28.5	28.8	28.3	27.2	23.1	24.2						
Villa Hermosa	12.71	17°59'	92°55'	10	1012	753	41.0	35	25V2	37	26	39	26V2	22.2	23.8	24.9	26.8	28.2	28.2	28.0	28.4	27.6	26.7	24.7	22.9	60	60			
TAUAMULIPAS																														
Abasco La Balsa Hacienda del Carmen		24°04'	98°23'	84	1004	753	46.0	39	27V2	41	28	49	29																	

DATOS DE VERANO PARA LA REPUBLICA MEXICANA

CON TEMPERATURAS EXTERIORES DE CALCULO (SEGUN NORMA AMICA -2-1955)

ESTADO	POSICION GEOGRAFICA		ALTITUD			PRESION BAROMETRICA		TEMP. EXTREMA	TEMPERATURAS DE CALCULO SECA Y HUMEDA						MESES DE CALOR												FRECUENCIA CORRIENTE ELECTRICA		
						Límite Inferior	RECOMEN DABLE		Límite Superior	Temperaturas Medias en °C												SERVICIO							
						°C	t _s		t _h	t _s	t _h	t _s	t _h	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Público	Misto	Privado	
QUINTANA ROO																													
Cuzamal	9.30	20°31' 18°30'	96°07' 96°20'	3	1013	760	35.0	32	26 1/2	33	27	35	27 1/2	23.0	23.2	24.3	25.9	26.8	26.8	27.1	27.2	26.7	26.1	24.3	23.2	60			
Peto Otilpe	9.60	18°30'	96°20'	4	1013	760	37.2	33	26 1/2	34	27	36	27 1/2	22.8	23.9	25.0	26.5	27.3	27.6	27.6	27.6	27.4	26.0	24.3	23.6				
CAN CUN		21°00'		3	1013	760		33.2°F 90.6°F																					

ESTADO	POSICION GEOGRAFICA		PRESION BAROMETRICA			TEMP. EXTREMA	TEMPERATURAS DE CALCULO SECA Y HUMEDA						TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES EN °C												FRECUENCIA CORRIENTE ELECTRICA			
							Límite Inferior	RECOMEN DABLE	Límite Superior													SERVICIO						
							°C	t _s	t _h	t _s	t _h	t _s	t _h	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Público	Misto	Privado
CHIAPAS																												
San Cristóbal de las Casas	16°44'	92°38'	2128	922	594	31.0	28	20 1/2	29	21	30	21 1/2	12.6	12.9	14.1	15.4	15.7	15.7	15.8	15.6	15.4	14.9	12.8	12.9	60			
DISTRITO FEDERAL																												
Desierto de los Leones	19°19'	99°7'	3200	697	523	29.6	27	16 1/2	28	17	29	17 1/2	8.7	10.0	11.4	13.0	13.4	13.0	12.0	11.9	11.6	10.7	9.8	9.6	50			
DURANGO																												
El Salto	23°46'	106°22'	2538	788	866	32.0	29	20 1/2	30	21	31	21 1/2	6.3	6.5	8.0	10.6	12.9	16.6	18.4	18.5	18.2	12.8	9.3	7.2				
HIDALGO																												
Pachuca	18.45	20°08'	98°45'	2445	784	573	31.4	28	17 1/2	29	18	30	18 1/2	11.8	12.8	14.5	15.9	16.7	15.8	15.2	15.1	14.9	13.5	12.2	12.4	50		
MEXICO																												
Huixquilucan	19°22'	99°23'	2700	740	595	31.9	29	17	30	18	31	18 1/2	11.2	12.6	14.9	15.7	16.1	15.2	14.2	14.3	13.1	12.9	11.9	11.9	60			
Ocoyotzac	19°18'	99°28'	2684	742	556	30.0	27	17 1/2	28	18	29	18 1/2	10.0	11.2	13.2	14.7	15.9	15.0	14.0	14.1	14.2	13.4	11.8	10.2				
El Oro	19°48'	100°06'	1890	815	611	31.0	28	17 1/2	29	18	30	18 1/2	10.8	11.0	13.2	14.2	14.2	13.4	13.4	13.3	13.3	12.9	11.3	10.5				
San Antonio Buenavista	19°16'	99°43'	2868	788	544	30.1	27	17 1/2	28	18	29	18 1/2	10.0	11.8	13.0	14.2	15.7	14.6	13.6	13.5	13.8	12.9	11.3	10.8				
San Rafael	19°13'	99°49'	2830	788	567	31.0	28	17 1/2	29	18	30	18 1/2	11.1	12.0	13.5	14.8	15.7	14.5	13.4	13.2	13.5	12.2	12.3	10.8				
Teotihuacan	19°42'	98°52'	2294	777	583	32.8	30	18 1/2	31	19	32	19 1/2	11.3	12.7	14.5	15.9	16.9	16.0	16.0	15.7	15.6	14.0	12.7	11.8				
Toluca	16.65	19°17'	99°39'	2675	743	537	26.8	25	16 1/2	26	17	27	17 1/2	9.9	11.1	13.0	14.3	14.9	14.4	13.4	13.8	13.4	12.8	11.3	10.3	90		
MORELOS																												
Apeasco	18°56'	98°42'	2700	740	585	28.0	26	17 1/2	27	18	28	18 1/2	6.7	7.7	8.6	10.1	12.0	11.8	11.8	11.3	11.3	9.4	7.8	6.8				
PUEBLA																												
Chetichicmulo Llano Verde	18°59'	97°27'	2540	755	566	31.0	28	17 1/2	29	18	30	18 1/2	10.4	12.1	15.1	15.8	16.2	15.7	15.3	14.7	14.7	13.8	11.3	11.7				
	19°44'	98°05'				32.0	29	30	31				11.4	12.2	14.0	15.3	15.9	15.0	14.2	14.6	13.8	12.0	11.0	12.0				
TLAXCALA																												
Apizaco	19°25'	98°08'	2408	767	575	39.1	34	19 1/2	36	20	38	20 1/2	10.7	12.0	14.2	14.8	16.5	15.6	14.6	14.9	14.9	14.1	11.8	11.7				
VERACRUZ																												
Jalacingo	19°49'	97°17'	1844	810	607	28.2	24	18 1/2	25	19	26	19 1/2	8.3	7.7	10.9	12.9	14.4	12.7	12.6	11.9	11.6	10.4	8.8	7.6				
Parole	19°34'	97°14'	2485	781	571	30.0	27	18 1/2	28	19	29	19 1/2	10.2	11.3	13.9	15.1	15.7	15.0	14.8	14.7	13.9	12.7	11.8	10.8				
Los Vigas	19°38'	97°05'	2481	760	570	29.2	27	18 1/2	28	19	29	19 1/2	8.0	9.1	11.1	13.0	13.7	12.9	12.4	12.2	12.1	10.7	9.1	8.5				
ZACATECAS																												
Zacatecas	16.15	22°47'	102°34'	2612	784	561	29.0	27	16 1/2	28	17	29	17 1/2	9.3	10.5	12.7	14.9	16.7	16.0	14.1	14.6	13.8	13.1	11.3	10.1			

bs = 30°C. bh = 17°C.

c) Mes más Caluroso: Mayo

3.- Condiciones Exteriores-Invierno:

- a) Temperatura Mínima Exterior: - 4.8°C.
- b) Temperatura de Cálculo:
bs = 0°C.

4.- Condiciones Interiores : a) Temperatura de Bulbo Seco del Interior. Está en función de la temperatura del exterior y se define de la tabla número 1:

$T_1 = 18 + 0.20$ Temperatura Exterior.

$T_1 = 18 + 0.20 (30)$

$T_1 = 18 + 6.0$

$T_1 = 24^\circ \text{C.}$

- b) Humedad Relativa. Las recomendaciones pueden verse en la tabla No. 4 -
HR = 50%

Las condiciones particulares son aquellas características propias del edificio o lugar a acondicionar tales como las siguientes:

- 1.- Construcción de Muros Exteriores
- 2.- Construcción de Muros Interiores
- 3.- Construcción de Pisos
- 4.- Construcción de Techos
- 5.- Tipo de Cristales
- 6.- Elementos que pueden proporcionar sombras, tanto internos como externos, (persianas, cortinas, otros edifi-

**RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA LAS CONDICIONES
INTERIORES VERANO e INVIERNO**

TIPO DE APLICACION	V E R A N O				I N V I E R N O		
	D E L U J O		C O M E R C I A L		C O N H U M I D I C A C I O N		S/HUMIDIFICA.
	BULBO SECO °C	HUMEDAD RELATIVA %	BULBO SECO °C	HUMEDAD RELATIVA %	BULBO SECO °C	HUMEDAD RELATIVA %	BULBO SECO °C
CONFORT GENERAL DEPARTAMENTO, CASA, HOTEL, OFICINA, HOSPITAL, ESCUELA, ETC.	23.3-24.4	50-45	25.0-26.1	50-45	23.3-24.4	35-30	23.9-25.0
TIENDAS DE VENTAS BANCO, SALONES DE BELLEZA, TIENDAS, SUPERMERCADOS, ETC.	24.4-25.6	50-45	25.6-26.7	50-45	22.2-23.3	35-30	22.8-23.9
APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE (ALTA CARGA LATENTE) AUDITORIOS, IGLESIAS, BARES, RESTAURAN- TES, COCINAS, ETC.	24.4-25.6	55-50	25.6-26.7	60-50	22.2-23.3	40-35	23.3-24.4
CONFORT DE FABRICA AREAS DE ASAMBLEA, CUARTOS DE MAGINAS, ETC.	25.0-26.7	55-45	26.7-29.4	60-50	20.0-22.2	35-30	21.1-23.3

TABLA No. 4

cios, etc.)

- 7.- Cantidad de Personas que ocupan las diferentes áreas a acondicionar.
- 8.- Tipo de Alumbrado, (Watts/M² o Pie²)
- 9.- Areas destinadas a equipos.
- 10.- Alturas de plafond a losa, así como tipo de plafond.
- 11.- Datos varios como uso de cafeteras, motores, otro tipo de instalaciones o equipos que se encuentren o vayan a localizar en los espacios a acondicionar.

Una vez recopilada esta información y siguiendo el método Carrier es conveniente elaborar una serie de tablas para facilitar los cálculos hasta determinar la hora de diseño.

La primera de estas tablas puede elaborarse para la determinación de las diferencias de temperaturas a utilizarse en los cálculos, tanto para muros interiores, como para ganancias de calor por transmisión en cristales. Estas diferencias de temperatura se obtienen a partir de las temperaturas de bulbo seco y húmedo de cálculo corregidas.

Las correcciones para ciertas horas en las que se supone que va a trabajar el equipo de Aire Acondicionado, se obtienen de tablas con la variación diaria y la variación anual.

Las ecuaciones para obtener las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo corregidas, serían las siguientes:

$$T_{bs} \text{ corr.} = T_{bs} \text{ cálculo} + \text{corrección Variación Diaria} + \text{Corrección Variación Anual} \underline{\hspace{2cm}} \quad (1)$$

$$T_{bh} \text{ corr.} = T_{bh} \text{ Cálculo} + \text{Corrección Variación Diaria} + \text{Corrección Variación Anual} \underline{\hspace{2cm}} \quad (2)$$

La diferencia de temperatura para el cálculo de ganancia de ca-

lor por transmisión en cristales, se obtiene restándole la temperatura interior a la temperatura de bulbo seco corregida.

$$\Delta T_1 = T \text{ bs Corr.} - T \text{ bs Int.} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad (3)$$

Para muros interiores se considera la siguiente fórmula:

$$\Delta T_2 = T \text{ bs Corr.} \pm 2 \text{ a } 5^{\circ} \text{ F} - T \text{ bs Int.} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad (4)$$

Esta diferencia de temperatura (ΔT_2), en la que se considere de 2 a 5^oF en mas o menos como ya se dijo, se utiliza para muros interiores, por lo que la determinación de los grados a considerar en mas o en menos depende de las condiciones existentes en el local no acondicionado.

Por último, para completar esta tabla, se obtiene la humedad específica corregida de la carta psicrométrica correspondiente, entrando con las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo corregidas, para cada hora del día en que opere el equipo.

La siguiente tabla se puede elaborar para los porcentajes de soleado y sombreado de las horas de operación del Sistema de Aire Acondicionado. Estos porcentajes de soleado y sombreado se obtienen con las orientaciones previamente determinadas a considerar. Para tal efecto, Carrier ha elaborado cartas en las que se determinan los factores de sombreado lateral y horizontal, conciando los ángulos de azimut y altitud para cada hora del día con la orientación respectiva.

Así con estos factores laterales y horizontales se obtienen los porcentajes de soleado y sombreado sobre el 100 % del área de cristales.

Este método considera también, factores de almacenamiento que se indican en tablas y que consideran los tipos de sombreado que pueden existir.

Con los factores de almacenamiento y los porcentajes de soleado y sombreado tabulados para cada hora del día en que vaya a operar el sistema, se obtiene la ganancia de calor por radiación a través de cristales.

En la tercera tabla se anotarán las diferencias de temperatura, que se utilizarán para calcular las ganancias de calor a través de muros exteriores y techos. A estas diferencias de temperatura se les conoce como equivalentes, ya que involucran factores que se determinan con la variación diaria, la ΔT_1 y el color de muros externos.

Por último, es conveniente calcular todas las áreas involucradas en las ganancias térmicas, así como los coeficientes globales de transmisión "U".

Con las tablas anteriores y los cálculos previos, se determina la hora de diseño para el lugar a acondicionar.

Carrier ha elaborado formatos, en los que se puede vaciar la información de la hora de diseño. En estos formatos se calcularán otras ganancias de calor, como las que se generan por alumbrado, personas, cafeteras, otras instalaciones, las que llenan los ductos de aire, etc., hasta concluir con el gran total de calor, que se utilizará para determinar el equipo acondicionador.

En referencia con lo anterior, se puede decir en términos generales, que se utilizan equipos de expansión directa cuando se requieren hasta 100 toneladas de refrigeración. Superior a esta capacidad y hasta 1,000 toneladas de refrigeración, se instalan equipos enfriadores de agua del tipo centrífugo o de absorción.

La selección entre una unidad centrífuga y una unidad de ab-

sorción, obedece a varios factores como los siguientes:

- 1.- Área disponible para equipos .
- 2.- KW disponibles para equipos.
- 3.- Si hay o no suministro de vapor.
- 4.- Factor ruido.
- 5.- Factor vibración.
- 6.- Inversión inicial.
- 7.- Costos de operación y mantenimiento.

Comparativamente, las unidades del tipo absorción, ocupan la misma superficie que una centrífuga, sin embargo son mas altas. Consumen del 2 al 9 % de la energía eléctrica requerida por las centrifugas. Requieren de vapor para su funcionamiento. Su operación es silenciosa. La vibración que genera es mínima.

En relación con la inversión inicial es mayor con las unidades de absorción, si se considera que siempre requieren de calderas para su operación. Sin embargo los costos de operación se ven disminuidos por el menor consumo de energía eléctrica.

En el capítulo 1, se presentan los equipos seleccionados para el sistema de aire acondicionado en su conjunto y se hace breve descripción del mismo considerándose que se trata de un caso real.

CAPITULO 1

1.- INFORMACION DE DISEÑO.

Es recomendable que el jefe de mantenimiento, así como todos los operarios de los sistemas de aire acondicionado, conozcan las bases sobre las que estos fueron diseñados y los criterios básicos por los que fueron seleccionados los principales equipos. Para tal efecto se describen brevemente a continuación, los parámetros fundamentales utilizados en la determinación de las capacidades de la maquinaria mencionada.

1.1.- DATOS ORIGINALES DE DISEÑO.

En los antecedentes se presentaran las condiciones exteriores para verano e invierno, así como las condiciones interiores. Estas son las siguientes.

Condiciones Exteriores.

	Verano	Invierno
T.b.s.	30° C = 86° F	0° C = 32° F
T.b.h.	17° C = 62.6° F	

Condiciones Interiores.

T.b.s.	24° C = 75.2° F
H.R.	50%

Con estas condiciones y la información obtenida de planos arquitectónicos, se estimó una carga térmica global de 336 toneladas de refrigeración (T.R.), la cual considera además las ganancias de calor internas.

Esta cantidad representa la carga máxima o pico a lo largo de un día, en el mes más caluroso del año recomendado por la AMICA y a vencer por el equipo.

Para el edificio de oficinas, se optó por instalar unidades -

de tipo absorción cuya selección se presenta a continuación, - considerando vapor de baja presión de 15 PSIG., que se maneja nominalmente en varias marcas de calderas.

La opción por instalar unidades de tipo absorción, se fundamentó en la necesidad de un sistema de calefacción, el cual a su vez requeriría de un medio generador de vapor, dadas las características del edificio.

1.1.1.- SELECCION DE UNIDADES GENERADORAS DE AGUA REFRIGERADA TIPO ABSORCION.

Capacidad requerida _____ 336 T.R.
Temperatura de entrada de agua refrigerada _____ 55° F.
Temperatura de salida de agua refrigerada _____ 45° F.
Flujo de agua refrigerada _____ 806 G.P.M.
Presión de vapor _____ 15 PSIG.

Debido a que se tienen dos unidades, los datos por equipo - para su selección, son los siguientes:

Capacidad requerida _____ 168 T.R.
Temperatura de entrada de agua refrigerada _____ 55° F.
Temperatura de salida de agua refrigerada _____ 45° F.
Flujo de agua refrigerada _____ 403 G.P.M.
Presión de vapor _____ 15 PSIG.

Del catálogo del fabricante de equipos Carrier, se encuentra para 168 T.R., la unidad modelo 16JB014, que requiere 80° F de temperatura de entrada y 475 G.P.M. de agua de condensados, dos pasos en el evaporador para 10° F de enfriamiento del agua refrigerada y un flujo de vapor de 2916 lb/HR a

14 PSIG., entregando 167 T.R., reales.

La temperatura de salida del agua de condensados será:

$$T.R.' = \frac{C.D. [24 + (1.9 \times F.A.R.V. \times R.V.)]}{G.P.M.} \text{ OF} - (5)$$

De esta ecuación proporcionada por el fabricante se tiene que:

T.R.'- Incremento de temperatura del agua de condensados.

C.D.- Capacidad de diseño.

F.A.R.V.- Factor de ajuste rango de vapor.

R.V.- Rango de vapor.

G.P.M.- Flujo de agua de condensados.

Del mismo catálogo se obtiene:

$$F.A.R.V. = 0.97$$

$$R.V. = 18 \text{ lb/T.R. - HR.}$$

Por lo tanto sustituyendo valores en la ecuación (5), se tiene:

$$T.R.' = \frac{167 [24 + (1.9 \times 0.97 \times 18)]}{475}$$

$$T.R.' = 20.10^{\circ}\text{F}$$

Si la temperatura de entrada a la unidad de absorción es de --
80^oF, la temperatura de salida del agua de condensados será :

$$T.S.A.K. = T.E.A.K. + T.R. \text{-----} (6)$$

Y sustituyendo los valores en (6), se tiene:

$$T.S.A.K. = 80^{\circ}\text{F} + 20.10^{\circ}\text{F}$$

$$T.S.A.K. = 100.10^{\circ}\text{F}$$

El calor de absorción y el calor total rechazado en las unidades generadoras de agua helada (tipo absorción), debe ser remo

vido en una torre de enfriamiento, la cual deberá proporcionar 950 G.P.M. a 80°F a los equipos enfriadores. Sin embargo se optó por tener una torre de enfriamiento de tipo paquete, por cada enfriador. La capacidad de cada una de estas torres, se determinó de la siguiente forma.

1.1.2.- SELECCION DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO.

Temperatura de agua de entrada = 100.10°F = T.S.A.K.

Temperatura de agua de salida = 80.00°F = T.E.A.K.

Flujo de agua de condensados = 475 G.P.M.

T.b.h. = 62.6°F

Aproximación = 17.4°F

Rango de la torre de enfriamiento = 20.10°F

Cabe mencionar que la aproximación se define como la diferencia de temperaturas entre la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura del agua de salida de la torre. De igual forma, el rango de una torre se define como la diferencia de temperaturas, entre la entrada y la salida del agua de condensados. Si la capacidad de la torre se determina por;

$$Q = \dot{m} CP \Delta T \quad \text{-----} (7)$$

Y se tiene que :

$$T_1 = T.E.A.K. = 80^\circ F = 26.66^\circ C$$

$$T_2 = T.S.A.K. = 100.10^\circ F = 37.83^\circ C$$

$$\dot{m} = 475 \frac{G\cancel{al}}{m\cancel{in}} \times \frac{3.785}{G\cancel{al}} Kg. \times 60 \frac{m\cancel{in}}{HR} = 107,872.5 \text{ Kg/HR}$$

Sustituyendo valores en (7), se tiene:

$$Q = 107,872.5 \frac{Kg}{HR} \times 1.00 \frac{Kcal.}{Kg.^\circ C} \times (37.83 - 26.66)^\circ C$$

$$Q = 1'204,935.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}} \times \frac{3.97 \text{ BTU/HR}}{\text{Kcal/HR}}$$

$$Q = 4'783,593.10 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} \times \frac{1 \text{ T.R.}}{12,000} \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

$Q = 398.63 \text{ T.R.}$, Que es la capacidad requerida.

Sin embargo si se aumenta el rango de la torre de enfriamiento, la eficiencia del equipo aumentará optimizando no solo la torre de enfriamiento, sino el circuito de agua de condensados ya que el flujo de agua requerido será menor. Esta disminución en flujo de agua trae consecuentemente ahorros tanto en inversiones iniciales para tuberías y motores, como en costos de operación y mantenimiento.

Es conveniente mencionar que el rango de la torre de enfriamiento no se puede aumentar tanto como se quiera, ya que lo anterior queda limitado por la aproximación. Una aproximación muy pequeña trae consigo una torre muy costosa y grande, que provocaría un desbalance en los demás componentes del sistema.

La aproximación mas usual utilizada en la práctica varía entre los 10 a 18°F.

En este caso se utilizó una aproximación de 12.4°F, es decir una temperatura de salida del agua de la torre de enfriamiento de 75°F, con un flujo de 414 G.P.M.

Este flujo lo determina el especialista de las torres de enfriamiento, por lo cual resta calcular la temperatura del agua de condensados saliendo de la unidad de absorción y la capacidad de la torre.

Con $T_1 = T.E.A.K. = 75^\circ F$ y 414 G.P.M., de la ecuación (5) se tiene:

$$TR' = \frac{168 [24 + (1.9 \times 0.97 \times 18)]}{414}$$

$$TR' = 23.2^\circ F$$

Por lo que de la ecuación (6), se obtiene:

$$T.S.A.K. = T_2 = T.E.A.K. + T.R'$$

$$T.S.A.K. = T_2 = 75^\circ F + 23.2^\circ F$$

$$T.S.A.K. = T_2 = 98.2^\circ F$$

Sólo hace falta verificar la capacidad de la torre. De la ecuación (7):

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$\dot{m} = 414 \frac{Gal}{m^n} \times \frac{3.785 Kg}{Gal} \times 60 \frac{m^n}{HR} = 94,019.4 \frac{Kg}{HR}$$

$$T_2 = 98.2^\circ F = 36.77^\circ C$$

$$T_1 = 75.0^\circ F = 23.88^\circ C$$

$$\text{Sustituyendo: } Q = 94,019.4 \frac{Kg}{HR} \times 1.00 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} \times (36.77 - 23.88)^\circ C$$

$$Q = 1,211,910 \frac{Kcal}{HR} \times 3.97 \frac{BTU}{HR \times \frac{Kcal}{HR}}$$

$$Q = 4,811,282.70 \frac{BTU}{HR} \times \frac{1 T.R.}{12,000 \frac{BTU}{HR}}$$

$$Q = 400.94 T.R. \sim 400 T.R.$$

Las características de las unidades generadoras de agua

refrigerada tipo absorción y de las torres de enfriamiento, se resumen en las tablas números 5 y 6.

Por último es conveniente aclarar que la marca de los equipos seleccionados, fueron Carrier (unidades de absorción) y FLAKT en las torres de enfriamiento, pues los modelos indicados en las tablas corresponden a estas marcas.

1.1.3.- SELECCION DE LAS CALDERAS E INTERCAMBIADOR DE CALOR

En el inciso 1.1.1., se determinó un flujo de vapor requerido por unidad de absorción, de 2916 lb/HR a una presión de 15 PSIG. La temperatura del agua a la entrada de la caldera es en promedio de 70°C.

Sin embargo como finalmente el agua de condensados entrando a las U.A., es de 75°F, del catálogo del fabricante se obtiene un F.A.R.V., de 0.96 y un flujo de vapor necesario de 2903 lb/HR.

Para 70°C, el agua tiene una entalpia (hf_1) de 69.927 --- Kcal/Kgm. Al iniciarse la evaporación a 15 PSIG, o sea a 1.793 Kg/cm² de presión absoluta, la entalpia es de 116.377 Kcal/Kgm -- (hf_2).

El calor latente de evaporación a 15 PSIG (1.793 Kg/cm² A.) es de 528.513 Kcal/Kgm. Entonces el incremento de la entalpia es de:

$$\Delta H_{tot} = (hf_2 - hf_1) + hfg \text{ ----- (8)}$$

Sustituyendo valores en (8):

$$\Delta H_{tot} = (116.377 - 69.927) + 528.513 \text{ Kcal/Kgm}$$

$$\Delta H_{tot} = 574.963 \text{ Kcal/Kgm.}$$

Por definición, un caballo caldera es la energía necesaria para la evaporación de 15.65 Kg/HR partiendo de agua a 100°C, -- hasta vapor de la misma temperatura. El calor latente de evapora-

U N I D A D D E A B S O R C I O N																
SIMBOLO	LOCALIZACION	TIPO	CAPACIDAD TON. REF.	FLUJO DE AGUA		TEMPERATURA DE AGUA				No. PASOS		CAIDA DE PRESION		FACTOR INCRUSTACION		SELECCION
				REFRIG.	CONDENS.	EVAPORADOR		CONDENS.		EVAP.	CONDENS.	EVAPORADOR	CONDENS.	EVAPORADOR	CONDENS.	
						ENT.	SAL.	ENT.	SAL.							
	PLANTA BOTANICO	ABSORCION	168	403 G.P.M	414 G.P.M	35 °F	45 °F	75 °F	98.2 °F	2	1	23.4 P.E.C.A.	14.1 P.E.C.A.	0.0005	0.001	MARCA CARRIER MOD. 16 JB 0-14

TABLA N° 5

TORRE E N F R I A M I E N T O

SIMBOLO	LOCALI- ZACION.	TIPO	CAPA- CIDAD	FLUJO AGUA	TEMPE- RATURA.		VENTILADOR				SELECCION
					ENTRADA	SALIDA	MODELO	R. P. M.	P. C. M.	H. P.	
 	P. 2° PISO N.+ 9. 70	INDUC- CION.	400 TR	414 G.P.M	98.2° F	73° F	FGBA 13-150-G	—	759.87	10	MARCA S.F. MOD. KAFE-24-1-9-1-1- 7/9

TABLA N° 6

ción necesario según esta definición es de 539.05 Kcal/Kgm ($hfg_{100^{\circ}C}$).

Si el factor de evaporación es la relación que existe entre la evaporación nominal y la evaporación de agua a $100^{\circ}C$, entonces se puede expresar de la siguiente forma:

$$F.E. = \frac{\text{Evaporación nominal}}{\text{Evaporación a } 100^{\circ}C} \quad \text{-----} \quad (9)$$

De lo anterior se deduce que la capacidad de una caldera, en caballos caldera, se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cap. caldera} = \frac{\text{Flujo de vapor req. Kg/HR.}}{15.65 \text{ Kg/HR}} \times F.E. \left[\begin{array}{l} \text{Caballos} \\ \text{Caldera} \end{array} \right] \quad (10)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (9), se tiene:

$$F.E. = \frac{574,963 \text{ Kcal/Kgm}}{539.05 \text{ Kcal/Kgm}}$$

$$F.E. = 1.067$$

Si el flujo de vapor es de 2903 lb/HR, o sea de 1,319.55 Kg/HR, por la ecuación 10, se obtiene la siguiente capacidad de caldera, por cada unidad de absorción.

$$C.C. = \frac{1319.55}{15.65} \times 1.067 \quad \text{Caballos Caldera}$$

$$C.C. = 89.965 \quad \text{Caballos Caldera}$$

Debido a que comercialmente se construyen calderas de -- 100 caballos caldera, se optó por instalar dos unidades de -- esta capacidad como se muestra en la table No. 7. La capacidad total por las dos unidades es entonces de 2,934 Kg/HR, - de la ecuación (10).

C A L D E R A S							
SIMBOLO	LOCALIZACION	COMBUSTIBLE	CABALLOS CALDERA	VAPOR PRESION	TANQUE RETORNO CONDENSADOS	BOMBA ALIMENTACION AGUA	SELECCION
 	PLANTA SOTANO	DIESEL	100	5 lb/pulg^2 1.0 Kg/cm^2	1044 LTS	3 HP	CLEVER BROOKS CB-100

TABLA N° 7

La capacidad de estas calderas es suficiente para el consumo de vapor en el caso de aire acondicionado (refrigeración y calefacción simultáneas), ya que en el momento en que se demanda el 100% de refrigeración, el flujo de vapor requerido será de 2,639.10 Kg/HR, es decir 295.00 Kg/HR menos de la capacidad instalada.

Las características del intercambiador de calor que se muestran en la tabla No. 8, corresponden a un equipo con capacidad para 1'920,000 BTU/HR que, trabajando con vapor saturado de 15 PSIG., consume en máxima demanda 914 Kg/HR.

1.1.4.- SELECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO.

Para seleccionar el equipo de bombeo, es necesario que las tuberías de los diferentes circuitos se hayan dimensionado previamente, de acuerdo al galenaje a manejar; ya que de esta forma, se podrán calcular las caídas de presión en las tuberías. - De igual forma, con la tubería dimensionada y dibujada en planos, se podrán determinar las cargas estáticas y así finalmente calcular la carga total, considerando en esta las correcciones por altura.

Los circuitos mencionados, son los siguientes:

- 1.- Circuito de agua refrigerada.
- 2.- Circuito de agua de condensados.
- 3.- Circuito de agua caliente.

Se hace mención a que cada circuito fué diseñado de tal forma, que se instalaren dos bombas centrífugas por sistema para que entrare en operación normal sólo una de estas y la otra

INTERCAMBIADOR DE CALOR

SIMBOLO	LOCALIZACION	MARCA	MODELO	PRESION VAPOR	RANGO TEMPERATURA	CAPACIDAD	ΔP
	PLANTA SOTANO	KRYO-PAK	ICI-1202-4 P	15 lb/pulg ² M	160° - 180° F	192 GPM	8 lb/pulg ²

TABLA N° 8

quedara en reserva.

Con la carga total y el galonaje a manejar, se seleccionaron estos equipos como se ve en la tabla 9, entrando a las curvas de operaci3n (carga contra gasto), del fabricante. En este caso se seleccionaron bombas mca. Aurora Picsa.

Entrando a estas curvas, se lee para las bombas de agua refrigerada es decir el tama1o 5 x 6 x 12 - GBH, una eficiencia del 85% (punto de m1xima eficiencia).

En el caso de las bombas de agua de condensados, es decir, para el tama1o 4 x 4 x 7B - GBH., se lee una eficiencia de 73% .

Por 1ltimo en las de agua caliente la eficiencia es del 67%.

La potencia real consumida por el motor se puede calcular por la siguiente expresi3n:

$$BHP = \frac{G.P.M. \times PIE \ C.A.}{3960 \times \eta} \quad (11)$$

Sustituyendo los valores indicados de la tabla No. 9 en la expresi3n (11), se tiene para los tres circuitos lo siguiente:

1.- Bombas de agua refrigerada

a) $B.H.P. = \frac{806 \times 61.5}{3960 \times 0.85}$

B.H.P. = 14.726

En el punto de m1nima carga indicado en la curva de operaci3n se leen 47.5' C.A., 1150 G.P.M., y una eficiencia del 77%.

Sustituyendo estos valores en (11), se tiene:

b) $B.H.P. = \frac{1150 \times 47.5}{3960 \times 0.77}$

B.H.P. = 17.315

En este caso el proyectista consider3 que el motor de 15 H.P. no ser1a conveniente ya que aun teniendo un factor de servicio de 1.1, la capacidad m1xima ser1a de 16.5 B.H.P. por es-

P R O G R A M A D E B O M B A S

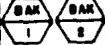
SIMBOLO	LOCALIZACION	SERVICIO	G.P.M	TEMP.	R.P.M	H.P.	ØEN PULG		CARGA TOTAL (PIE C.A.)	SELECCION
							SUCCION	DESCARGA		
	PLANTA SOTANO	AGUA CALIENTE	192	180°F 82.22°C	1750	5	4	3	55.6	MARCA PICSA AURORA 3x4x9A-344
	PLANTA SOTANO	AGUA REFRIGERADA	806	45°F 7.22°C	1150	20	6	5	61.5	MARCA PICSA AURORA 5x6x12-0BH
	PLANTA SOTANO	AGUA CONDENSADOS	828	75°F 23.88°C	3500	25	4	4	77.6	MARCA PICSA AURORA 4x4x7B-GBH

TABLA N° 9

ta razón se eligió un motor de 20 H.P., como se muestra en la tabla 9.

2.- Bombas de agua de condensados.

$$a) \text{ B.H.P.} = \frac{828 \times 77.8}{3960 \times 0.73}$$

$$\text{B.H.P.} = 22.284$$

b) En mínima carga se leen los siguientes valores; G.P.M. = 960,60° C.A. y una eficiencia del 68%, que sustituyendo - en (11):

$$\text{B.H.P.} = \frac{960 \times 60}{3960 \times 0.68} ; \text{B.H.P.} = 21.390$$

En el caso (a) un motor de 20 H.P. con factor de servicio de 1.1, no es suficiente por lo que se optó por instalar uno de 25 H.P.

3.- Bombas de agua caliente

$$a) \text{ B.H.P.} = \frac{192 \times 55.6}{3960 \times 0.67}$$

$$\text{B.H.P.} = 4.024$$

$$b) \text{ G.P.M.} = 400$$

$$\text{PIE C.A.} = 30$$

$$\eta = 68\%$$

$$\text{B.H.P.} = \frac{400 \times 30}{3960 \times 0.68}$$

$$\text{B.H.P.} = 4.456$$

Como en (a) y (b), el consumo de energía cae por debajo de los 5.00 B.H.P., se determinó la instalación de motores de esta potencia.

En la mayoría de los casos, es suficiente con analizar la curva de comportamiento de la bomba, verificando que a todo lo largo caiga debajo de una línea de igual potencia. En cuanto se sobrepase esta línea a otra zona de mayor valor, será conveniente verificar si con el factor de potencia se puede cubrir la máxima demanda.

El caso de las bombas de agua caliente es demasiado extremo, sin embargo se debe poner especial atención en el arreglo de tuberías a la succión ya que además se está manejando agua de muy alta temperatura.

1.1.5.- SELECCION DE LAS UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE.

La selección de las unidades manejadoras de aire, comprende varios aspectos como los siguientes.

- a) Tipo de filtros a utilizar
- b) Sección de zonificación; si es necesaria.
- c) Flujo de aire a manejar
- d) Serpentina de refrigeración y calefacción

La selección de estos equipos se hace considerando los cálculos de la carga térmica elaborados para cada área en particular. En este caso cada área acondicionada distinta, corresponde a cada piso, ya que los proyectistas del edificio y del aire acondicionado, determinaron instalar una manejadora por nivel.

Para ejemplificar el procedimiento de selección, utilizaremos el caso que más se repite y que corresponde a las U.M.A. Nos. 5 a 16 instaladas en la planta tipo, como se ve en la tabla No. 10.

Con el fin de mantener la temperatura de diseño, a diferen-

TABLA N° 10

UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE																
SIMBOLOGIA	LOCALI- ZACION	CANTIDAD DE AIRE QUE MA- NEJA	SERPENTIN REFRIGERACION					SERPENTIN CALEFACCION				N° DE ZONAS	FILTROS METALICOS LAVABLES	VENTI- LADOR		SELEC- CION MARCA CARRIER
			AREA DE CARA EN pie ²	N° DE HI- LERAS Y ALETAS	CAPACIDAD EN GALO- NES POR MINUTO	CAIDA DE PRESION pie C. A.	AREA DE CARA EN pie ²	CAPACIDAD EN GALO- NES POR MINUTO	CAIDA DE PRESION pie C. A.	R.R.M.	B.H.P.					
	1er. NIVEL N.P.T.+4.45	7,963 PCM	15.8	4	8	20	3.00	11.4	BAJA	9	0.5	8	6 DE 16"x 25"x 2"	803	3	39-CB-090
	1er NIVEL N.P.T.+4.45	11,830 PCM	20.9	4	8	39	10.00	14.4	BAJA	13	0.5	11	8 DE 16"x 25"x 2"	673	5	39-CA-100
	2° NIVEL N.P.T.+8.90	8,251 PCM	15.8	4	8	30	7.5	11.4	BAJA	7	0.35	10	6 DE 16"x 25"x 2"	658	5	39-CB-090
	3er NIVEL N.P.T.+13.25	8,097 PCM	15.8	4	8	28	3.5	11.4	BAJA	9	0.5	10	6 DE 16"x 25"x 2"	603	3	39-CB-090
 	P. TIPO N.P.T.+18.30A N.P.T.+34.15	12,881 PCM	23.7	4	8	45	20.00	18.9	BAJA	10	0.4	14	8 DE 16"x 25"x 2"	766	7.5	39-CB-105
	P. TIPO N.P.T.+37.30	13,980 PCM	23.7	4	8	56	27.5	18.9	BAJA	13	0.5	14	8 DE 16"x 25"x 2"	831	7.5	39-CB-105
	PENULTIMO PISO N.P.T. + 64.20	10,928 PCM	20.9	4	8	34	8.00	14.4	BAJA	7	0.2	11	8 DE 16"x 25"x 2"	972	7.5	39-CB-100
	ULTIMO PISO N.P.T. + 67.30	18,678 PCM	36.2	4	8	59	14.00	23.3	BAJA	14	0.35	14	14 DE 16"x 25"x 2"	442	5	39-CB-120

tes horas del día, en el área acondicionada, que comprendía distintas orientaciones, el proyectista consideró instalar unidades manejadoras de aire tipo multizona.

Del cálculo de carga térmica para la planta tipo, se obtuvieron los siguientes datos:

$$T. \text{ Mezcla} = 76.28^{\circ}\text{F}/61.7^{\circ}\text{F} \quad (\text{bs y bh respectivamente}).$$

$$T. \text{ Inyección} = 57.34^{\circ}\text{F}/55.5^{\circ}\text{F} \quad (\text{bs y bh respectivamente}).$$

$$\text{CFM} = 12,881$$

$$\text{GTH} = 225,000 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{SH} = 202,882 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{SHF} = 0.90$$

$$\text{P.C.} = 585/760 = 0.77$$

El fabricante de los equipos, recomienda que la velocidad máxima a través del serpentín sea como máximo de 700 P.P.M., - velocidad a la cual garantiza el funcionamiento. Sin embargo en la práctica se utiliza normalmente una velocidad máxima de 550 P.P.M. Es por esto que para este caso el proyectista seleccionó un tamaño de equipo, cuya área de cara es de 23.7 pie^2 - como se muestra en la tabla No. 10. Si tenemos que:

$$Q' = VA \quad [\text{CFM}] \quad \text{_____} \quad (12)$$

Despejando V de (12) y sustituyendo los valores se tiene:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{12,881}{23.7} \quad \frac{\text{pie}^2 \times 1}{\text{min} \quad \text{pie}^2}$$

$$V = 543.50 \quad \text{Pie/min}$$

Al encontrar un área de cara que le permitiera manejar una velocidad menor a 550 P.P.M., seleccionó una manejadora tamaño 105, marca Carrier.

Los fabricantes de equipos marca Carrier, han elaborado una serie de curvas mediante las cuales se pueden definir el factor de desvío real (BF) del aire cruzando el serpentín, - el tipo de serpentín requerido (No. de hileras, aletas, No. de circuitos) de acuerdo a la capacidad de enfriamiento, velocidad del aire y factor de calor sensible. En general, con la información del cálculo de carga térmica se obtienen en estas curvas los equipos que satisfacen las necesidades, proporcionando además las condiciones reales de salida del aire.

Sin embargo estas curvas se han elaborado para equipos operando al nivel del mar, por lo que se deben hacer las correcciones necesarias, antes de utilizarlas.

Para el caso de la velocidad se tiene:

$$VNM = V \text{ Real} \times F.C. \text{ -----} (13)$$

De 13 se obtiene:

$$VNM = 543.5 \times 0.77 \text{ Pie/min}$$

$$VNM = 418.50 \text{ Pie/min}$$

Las temperaturas de bulbo húmedo también deben de corregirse de la siguiente forma:

En carta psicrométrica de 7500' (altura Cd. de México).

$$A \left\{ \begin{array}{l} 76.28^{\circ}F \\ 61.70^{\circ}F \end{array} \right\} \quad HR_A = 48\% \quad B \left\{ \begin{array}{l} 57.34^{\circ}F \\ 55.50^{\circ}F \end{array} \right\} \quad HR_B = 90\%$$

En carta psicrométrica de nivel de mar.

$$E \left\{ \begin{array}{l} 76.28^{\circ}F \\ HR_A = 48\% \end{array} \right\} T_{bh_e} = 63.5^{\circ}F \quad S \left\{ \begin{array}{l} 57.34^{\circ}F \\ HR_R = 90\% \end{array} \right\} T_{bh_s} = 55.6^{\circ}F$$

Los datos finales para entrar a la curva de selección del serpentín de refrigeración con agua helada, son entonces:

	Aire entrando	Aire saliendo
Temp. bs/bh ($^{\circ}F$)	76.28/63.5	57.34/55.6

Al entrar a la curva del fabricante con los datos anteriores y la velocidad del nivel de mar de 418.5, se obtiene la siguiente información para el serpentín.

$$BF \sim 0.15$$

Serpentín 4/8, es decir; 4 hileras y 8 aletas de aluminio por pulgada.

$$T_{ADP} = 54^{\circ}F$$

$$T_{bss} = 56.9^{\circ}F \text{ (Temperature de bulbo seco real del aire a la salida).}$$

Ahora es necesario volver a calcular el calor sensible re movido por el serpentín.

$$\text{Calor sensible (SH)} = F.C. \times 1.08 \times CFM \times (T_{bse} - T_{bss})$$

$$\left[\frac{BTU}{HR} \right] - (14)$$

$$SH = 0.77 \times 1.08 \times 12881 \times (76.28 - 56.9)$$

$$SH = 207,595.45 \text{ BTU/HR}$$

$$\text{Por consiguiente, si SHF} = \frac{SH}{G_{TH}} \quad \text{-----} (15)$$

$$SHF = \frac{207,595.45}{225,000}$$

$$SHF = 0.92$$

Para determinar las características finales del serpentín se utilizan los valores de $SHF = 0.92$, $V_{NM} = 418.5$ P.P.M. y el factor de transferencia de calor del serpentín seleccionado, - que se calcula por la expresión siguiente proporcionada por el fabricante.

$$Q = \frac{GTH}{1000 \times (T_{ADP} - T_{ew})} \left[\frac{BTU}{HR-^{\circ}F} \right] \quad \text{---(16)}$$

En donde T_{ew} - Temperatura de entrada del agua al serpentín, en este caso $45^{\circ}F$.

Por lo anterior se tiene:

$$Q = \frac{225,000}{1000 \times (54-45)}$$

$$Q = 25 \frac{BTU}{HR-^{\circ}F}$$

En las curvas correspondientes a estos modelos antiguos de equipos, se obtuvieron la caída de presión a través del -- serpentín, el circuitaje y el flujo de agua requerido.

Con el flujo de agua se calcula el incremento de temperatura del agua.

$$\Delta T_w = \frac{GTH}{500 \times G.P.M.} \quad ^{\circ}F \quad \text{---(17)}$$

$$\Delta T_w = \frac{225,000}{500 \times 45}$$

$$\Delta T_w = 10^{\circ}F$$

Por lo que el agua saldrá del serpentín a $55^{\circ}F$.

Se recomienda que el galonaje sea el mínimo posible, que

el incremento de temperaturas del agua fluctúe entre 8 y 14° F. y que la caída de presión no rebase los 30" C.A. Si alguno de estos puntos no se cumple, es recomendable buscar el serpentín adecuado.

Normalmente para oficinas se utilizan filtros de baja eficiencia como los metálicos lavables. En los catálogos de los fabricantes se especifican la cantidad de CFM que pueden manejar estos a cierta velocidad del aire, sin reducir su eficiencia.

La sección de zonificación debe especificarse al proveedor con el número de compuertas necesarias, en este caso 14 -- compuertas, una para cada zona que es lo considerado por el proyectista.

Los datos completos para estos equipos se muestran en la tabla No. 10. Para la selección de los ventiladores de las -- U.M.A., se muestra un ejemplo en el siguiente inciso 1.1.6, el cual lleva este título; selección de ventiladores.

1.1.6.- SELECCION DE VENTILADORES.

La tabla No. 11, muestra la selección de los ventiladores de extracción que se utilizaron, tanto para humos en sótano, -- como para malos olores en sanitarios.

En el catálogo de selección del fabricante (ARMEE-CHICA--GO), se hace mención a las correcciones que es necesario efectuar, ya que sus curvas están basadas en el manejo de aire normal a 20°C y 760 mm. de mercurio de presión barométrica.

Como en el caso de la extracción se maneja aire en promedio de 21°C, sólo es necesario hacer las correcciones correspondientes por altitud. Para este caso el proyectista consideró un factor de corrección de 1.32 que indica la tabla del fabricante para 21.1°C y 2286 m. de altitud.

En el caso del ventilador de extracción No. 1 (VE-1), la

VENTILADORES DE EXTRACCION											
SIMBOLO	CANTIDAD	LOCALIZACION	PCM	VENTILADOR				ACCIONAMIENTO			SELECCION
				VEL. DES CARGA (R.P.M.)	PRESION ESTATICA PULG.CA	R.P.M.	B.H.P.	MOTOR	H.P.	N°POLOS	
	1	PLANTA SOTANO ENTRE EJES 3-4 Y J-1	11,484	1,800	0.84	665	2.07	BANDAS Y POLEAS.	3	—	MCA. ARMEE TIPO A TAM.33 CLASE I E.S.
	37	2 EN CADA NIVEL EN DUCTO DE BAROS	525	—	0.165	1,500	—	—	1 / 50	—	MARCA ARMEE VENTILADOR AXIAL MODELO A-10
	1	PLANTA AZOTEA ENTRE EJES 5-6 Y G-1	19,686	1,700	0.25	389	2.62	BANDAS Y POLEAS	3	—	MCA. ARMEE TIPO A TAM.44 1/2 CLASE I E.S.

TABLA N° 11

presión estática indicada en la tabla No. 11, esté corregida, es decir la presión estática calculada fué de 0.64" C.A.

Multiplicando 0.64" C.A. x 1.32, se tienen 0.84" C.A. de presión estática corregida. Como en este caso se utiliza aire a una temperatura menor de 65.5° C, se puede utilizar la clase - I. El tipo de entrada (sencilla en este caso), lo determina el arreglo considerado por el proyectista. Se recomienda en estos sistemas, que la velocidad del ducto principal no rebese los 2,000 P.P.M.

Con esta información se busca en las tablas un ventilador para 11,484 PCM, contra 0.84" C.A. de presión estática corregida, clase I, que no rebese los 2,000 P.P.M. de velocidad -- del aire a la descarga. En el catálogo, se encontró un ventilador tamaño 33 con 665 R.P.M., 2.74 BHP y 1,800 P.P.M. a la salida.

Esta potencia debe corregirse dividiéndola entre el factor de corrección, con lo cual se tendrá la potencia real requerida para tener el flujo de aire deseado.

$$\text{BHP} = \frac{2.74}{1.32} :$$

$$\text{P.H.P.} = 2.076$$

El proyectista decidió utilizar un motor de 3 H.P. para protegerse, ya que con un motor de 2 H.P., sería suficiente, - si este es abierto, es decir, con un F.S. = 1.1.

En la tabla No. 11, se muestran las características de - todos los ventiladores instalados en el edificio.

1.2.- DATOS DE LOS EQUIPOS FINALMENTE INSTALADOS.

En el lapso de tiempo comprendido entre la elaboración -

del proyecto, las revisiones de este, el concurso para la determinación del contratista instalador de los sistemas de aire acondicionado y la compra de los equipos, sucedió que las unidades - manejadoras de aire en los modelos seleccionados dejó de fabricarlos la marca Carrier.

De acuerdo a la información proporcionada a Carrier, y en relación con su nueva línea de U.M.A., propusieron la sustitución de los equipos por los modelo "E", como se muestra en la tabla - No. 12. Los proveedores Carrier seleccionaron los tamaños de los equipos, indicando que estos cubrirían los requerimientos.

En el caso de las calderas e intercambiador de calor, el cambio de la marca Cleaver-Brooks a Mc.Lellan and Steamex, lo propuso el contratista de aire acondicionado, sobre la base de que en el edificio anexo se tenían instaladas calderas de la última marca y esto facilitaría y en particular el mantenimiento y operación serían homogéneos.

Las características de estos equipos se muestran en las tablas Nos. 12,13 y 14, como ya se dijo.

Es conveniente que en esta sección, se haga una revisión de estas sustituciones o cambios, por parte del instalador, ya que pueden existir diferencias que el proveedor no visualice. Al llegar la información en el manual de mantenimiento al o los operarios, todas estas revisiones deben verificarse y aclararse todas las dudas sobre la capacidad de los equipos finalmente instalados.

En el caso de las calderas e intercambiador de calor no se han detectado variaciones en cuanto a la capacidad, pero si en las dimensiones. En este caso se revisaron los planos y cortes del cuarto de máquinas, para hacer los arreglos necesarios y dar cabida a los diferentes elementos.

Con las tablas mencionadas, se complementan las caracterís-

TABLA N° 12

UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

SIMBOLOGIA	LOCALIZACION	CANTIDAD DE AIRE QUE MANEJA.	SERPENTIN REFRIGERACION					SERPENTIN CALEFACCION					N.º DE ZONAS	FILTROS METALICOS LAVABLES	VENTILADOR		SELECCION. MARCA CARRIER
			AREA DE CARA EN pie²	N.º DE HIENAS Y CALETA	CAPACIDAD EN GALONES POR MINUTO.	CAIDA DE PRESION pie C.A.	AREA DE CARA EN pie²	CAPACIDAD	CAPACIDAD EN GALONES POR MINUTO.	CAIDA DE PRESION pie C.A.	R.P.M.	B.H.P.					
	1er. NIVEL N.P.T.+4.45	7,963 PCM	15.8	4	8	20	3.00	11.4	BAJA	9	0.5	8	6 DE 16" x 25" x 2	803	3	39-EB-018	
	1er NIVEL N.P.T.+4.45	14,830 PCM	20.9	4	8	39	10.00	14.4	BAJA	13	0.5	11	8 DE 16" x 25" x 2"	673	5	39-EB-020	
	2º NIVEL N.P.T.+8.80	8,251 PCM	15.8	4	8	30	7.5	11.4	BAJA	7	0.35	10	6 DE 16" x 25" x 2"	858	5	39-EB-016	
	3er. NIVEL N.P.T.+13.15	8,097 PCM	5.8	4	8	28	3.5	11.4	BAJA	9	0.5	10	6 DE 16" x 25" x 2"	803	3	39-EB-018	
 	P. TIPO N.P.T.+6.30A N.P.T.+54.15	12,881 PCM	23.7	4	8	45	20.00	18.9	BAJA	10	0.4	14	8 DE 16" x 25" x 2"	766	7.5	39-EB-026	
	P. TIPO N.P.T.+57.30	13,990 PCM	23.7	4	8	56	27.5	18.9	BAJA	13	0.5	14	8 DE 16" x 25" x 2"	831	7.5	39-EB-026	
	PENULTIMO PISO N.P.T. + 64.20	10,126 PCM	20.9	4	8	34	6.00	14.4	BAJA	7	0.2	11	8 DE 16" x 25" x 2"	972	7.5	39-EB-032	
	ULTIMO PISO N.P.T. + 67.35	18,678 PCM	38.2	4	8	59	14.00	23.3	BAJA	14	0.35	14	14 DE 16" x 25" x 2"	442	5	39-EB-032	

C A L D E R A S

SIMBOLO	LOCALIZACION	COMBUSTIBLE	CABALLOS CALDERA	VAPOR PRESION	TANQUE RETORNO CONDENSADOS.	BOMBA ALIMENTACION AGUA	SELECCION
 	PLANTA SOTANO	DIESEL	100	$15 \text{ lb/pulg}^2 \text{ M}$ 1.0 Kg/cm^2	1044 LTS	1/2 HP.	Mo LLELLAN AND STEAMEX 3B 100.

TABLA N° 13

INTERCAMBIADOR DE CALOR

SIMBOLO	LOCALIZACION	MARCA	MODELO	PRESION VAPOR	RANGO TEMPERATURA	CAPACIDAD	ΔP
	PLANTA SOTANO	Mc LELLAN AND STEAMEX DE VAPOR	1023-SB	15 lb/pulg ² M.	160° - 180° F	192 GPM	8Lb/pulg ²

TABLA N° 14

ticos de los equipos finalmente instalados.

En resumen, los procedimientos de selección de estos equipos se encuentran en todos los catálogos de datos de aplicación de los fabricantes. Como se van encontrando mejores materiales y en general los equipos van siendo modificados con mejoras, etc., también los catálogos van siendo reformados, por lo que es recomendable que los proyectistas, instaladores y usuarios se mantengan actualizados. Por otro lado, mucha información anterior o catálogos viejos son difíciles de adquirir y en un cambio, es problemático verificar si los cálculos o procedimientos de selección fueron los adecuados.

1.3.- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.

El sistema de acondicionamiento de aire para el edificio de oficinas, es un sistema formado por una planta central para enfriamiento de agua y una planta central para calentamiento de agua, ambas equipadas con las tuberías y bombas centrífugas necesarias para enviar el agua refrigerada o el agua caliente a serpentines de enfriamiento y calefacción de las unidades acondicionadoras (U.M.A.), en los cuartos de máquinas en las diferentes plantas del edificio.

Para el enfriamiento del agua requerida para el acondicionamiento de aire, se instaló un sistema central de refrigeración de agua en el sótano del edificio, entre los ejes de columnas E-J; 4-6 y que está formado por dos enfriadores de agua del tipo absorción, los que se complementan con dos torres de enfriamiento (T.E.), instaladas en la terraza del 2o. piso y por dos bombas centrífugas tanto para la circulación de agua refrigerada (A.R.), como para la circulación de agua de condensados (A.K.), entre las unidades manejadoras de aire y las unidades de absorción (U.A.) las primeras y entre las torres de enfriamiento y las unidades de absorción, las segundas.

Se tiene además dos calderas (C) generadoras de vapor a baja presión para el funcionamiento de las U.A. y un intercambiador de calor (I.C.) para producir el agua caliente necesaria para la calefacción del edificio de oficinas, cuando sea requerido. Este sistema está igualmente complementado con dos bombas centrífugas para la circulación de agua caliente - entre el I.C. y los serpentines de calefacción de las U.A., de los cuartos de equipos del sistema de aire acondicionado (A.A.).

La planta central de generación de vapor, está formada por dos calderas (C) como ya se dijo, para combustible "DIESEL", completas con su equipo para retorno de condensados - (Tanque de retorno de condensados; T.R.C.) y el de tratamiento de agua (Equipo suavizador de agua; E.S.).

Se consideró un sistema de tratamientos químicos para el control de incrustación, corrosión y crecimiento de microorganismos en el sistema de agua de condensados.

Por último, se instaló un sistema de ventilación por extracción, tanto para el sótano del edificio, como para los sanitarios centrales en todas las plantas del edificio.

CAPITULO 2

2.- PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO Y OPERACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

Se describen a continuación los sistemas, los equipos y partes de estos, que en su conjunto integran el sistema de aire acondicionado.

2.1.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.

El agua refrigerada (A.R.), que ha de circular por los serpentines de las unidades manejadoras de aire (U.M.A.), - ubicadas estas en dieciocho niveles del edificio; es generada por las unidades de absorción (U.A.), localizadas en el sótano.

Las unidades de absorción para generar el agua refrigerada, necesitan a su vez de maquinaria complementaria tal como:

- a) Calderas (C); Suministran el vapor a la sección generador de unidades de absorción.
- b) Torre de enfriamiento (T.E.); Su finalidad es enfriar - el agua que gana calor en la sección absorbedor y condensador de la unidad de absorción.
- c) Bomba de agua de condensados (B.A.K.); Su objetivo es - hacer circular el agua de condensados (A.K.), entre las unidades de absorción y las torres de enfriamiento.
- d) Bombas de agua refrigerada (B.A.R.); Logra la circulación del agua refrigerada, entre las unidades de absorción y las unidades manejadoras de aire.

Es importante diferenciar el agua refrigerada (A.R.), y el refrigerante contenido en las unidades de absorción, que también es en este caso agua. Para tal efecto se describe a continuación el ciclo de absorción que utilizan las U.A. para la generación del agua refrigerada.

Resumiendo, el sistema de agua refrigerada está integrado por las siguientes máquinas:

- a) Unidad de absorción.
- b) Calderas.
- c) Torres de enfriamiento.
- d) Bombas de agua de condensados.
- e) Bombas de agua refrigerada.

2.1.1.- EL CICLO DE ABSORCIÓN.

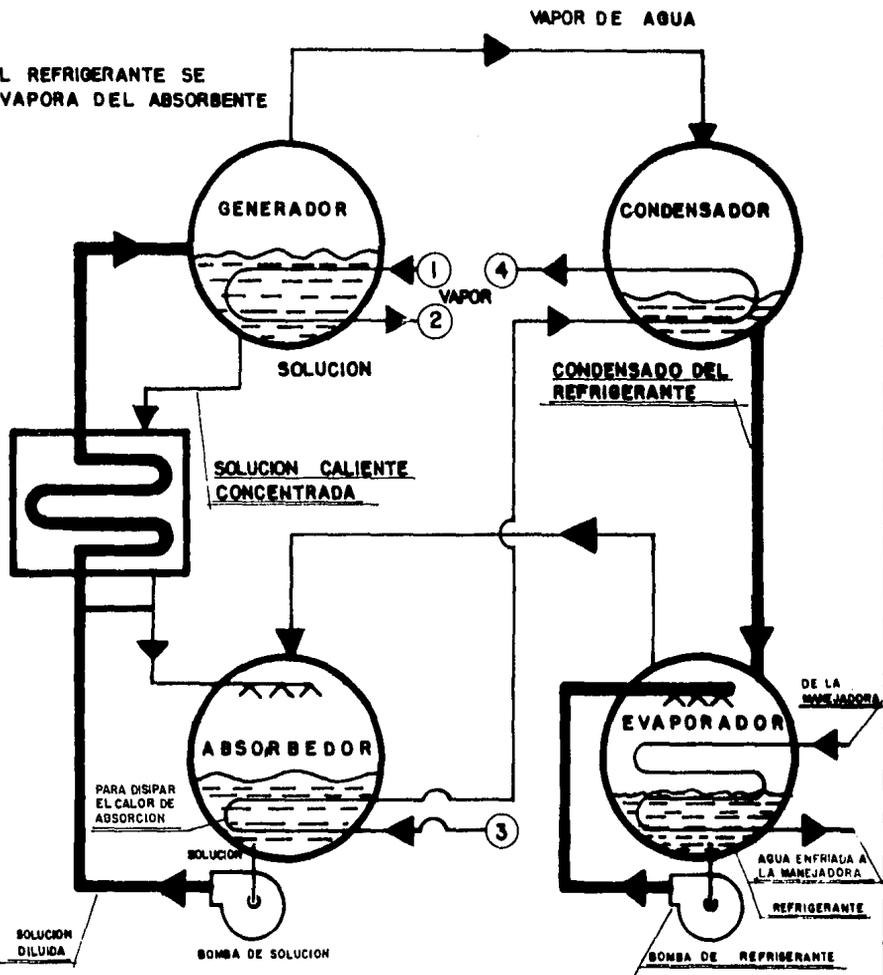
1.- Aplicación.

- a) Absorción: Consume 2-9 % de la potencia eléctrica necesaria por el equipo de tipo compresión.
- b) La máquina de absorción se debe instalar en un lugar donde el piso tenga resistencia razonable.
- c) Fuente de calor: Vapor (caldera).

2.- Descripción.

- a) Se utiliza el agua como "refrigerante".
- b) Se utiliza una solución de alguna sal tal como bromuro de litio, como absorbente.
- c) Componentes; (ver figura 1).

EL REFRIGERANTE SE
EVAPORA DEL ABSORBENTE



- 1 DE LA CALDERA
- 2 A LA CALDERA
- 3 DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO
- 4 A LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

FIGURA 1

CICLO DE ABSORCION

Evaporador. En esta sección el agua de refrigeración se evapora a baja presión (P) y temperatura (T), por lo que necesita calor latente para tal efecto, tomándose esta energía - del calor sensible que cede el agua que va por el interior - de los tubos.

El refrigerante es rociado sobre los tubos del serpentín, - por una bomba.

Absorbedor. Se absorbe el vapor del refrigerante evaporado, per el absorbente (el absorbente tiene la característica de absorber la humedad). El calor de absorción es disipado por la circulación de agua de condensados proveniente de una torre de enfriamiento.

Generador. En esta sección se adiciona calor en forma de vapor o de agua caliente, para hacer que hierva el refrigerante del absorbente y reconcentrar la solución.

Condensador. Donde el vapor de agua producido en el generador, es condensado por el agua que va por el interior de los tubos del serpentín condensador.

Bomba del Evaporador. Hace circular a presión el refrigerante sobre el haz de tubos de la sección evaporador.

Bomba de Solución. Bombea la solución de sal hasta el generador y también hasta el colector de pulverización del absorbedor.

Intercambiador de Calor. Tiene como finalidad el que la solución diluida que es bombeada hasta el generador desde el absorbedor, sea calentada por la solución caliente concentrada que es retornada al absorbedor desde el generador.

Unidad de Purga. Se emplea para eliminar los gases no conden

sables de la máquina y mantener una presión baja en esta.

3.- CALDERA DE VAPOR.

Cualquier caldera capaz de modular su entrada para mantener la presión de proyecto del vapor operando dentro de un margen de $\pm 0.453 \text{ Kg/cm}^2$, es adecuada para una máquina de absorción. Este incluye; todas las calderas en las que utiliza gas o aceite como combustible ya que su control es suficientemente flexible para satisfacer este requisito.

4.- CONTROL DE SEGURIDAD.

- Control de baja temperatura; evita la formación de hielo.
- Control de solución y de refrigerante.
- Control de agua refrigerada y condensados, mediante interruptores de flujo para parar la unidad de absorción., evitando daños en esta.

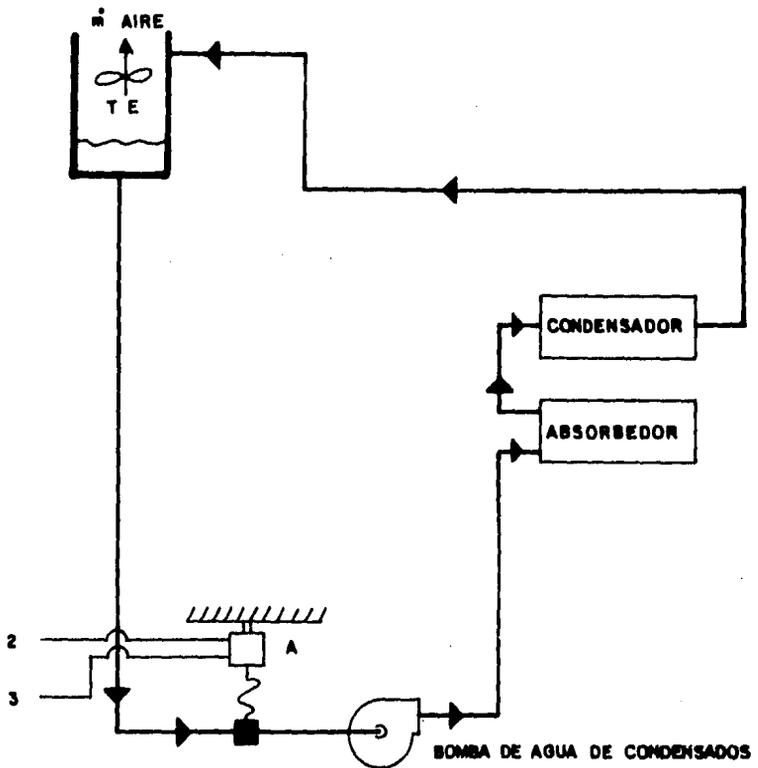
5.- No es recomendable ubicar la unidad de absorción., en el exterior.

Se emplean aisladores de caucho debajo de los soportes de la máquina, para eliminar la mínima vibración que pudiera transmitirse a la estructura de concreto del edificio.

2.1.2.- DESCRIPCION DE LA MAQUINA DE ABSORCION, (VER FIGS. 3 y 4).

Las unidades herméticas enfriadoras de líquido de tipo absorción con dos cascos, utilizan calor para producir refrigeración. El casco inferior contiene el absorbedor y el evaporador y el superior el generador y el condensador.

La solución del bromuro de litio es el absorbente y el agua es el refrigerante. Una bomba de solución y una de refrigerante circulan los fluidos del sistema. Un enfriador de tipo de



- A { CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA DE CONDENSADOS
ENVIÁ SEÑAL DE ARRANQUE O PARO AL VENTILADOR
DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO
- 2 { TERMINALES EN EL ARRANCADOR DEL VENTILADOR
- 3 { DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

FIGURA 2

CONTROL DE TEMPERATURA DEL AGUA DE CONDENSADOS

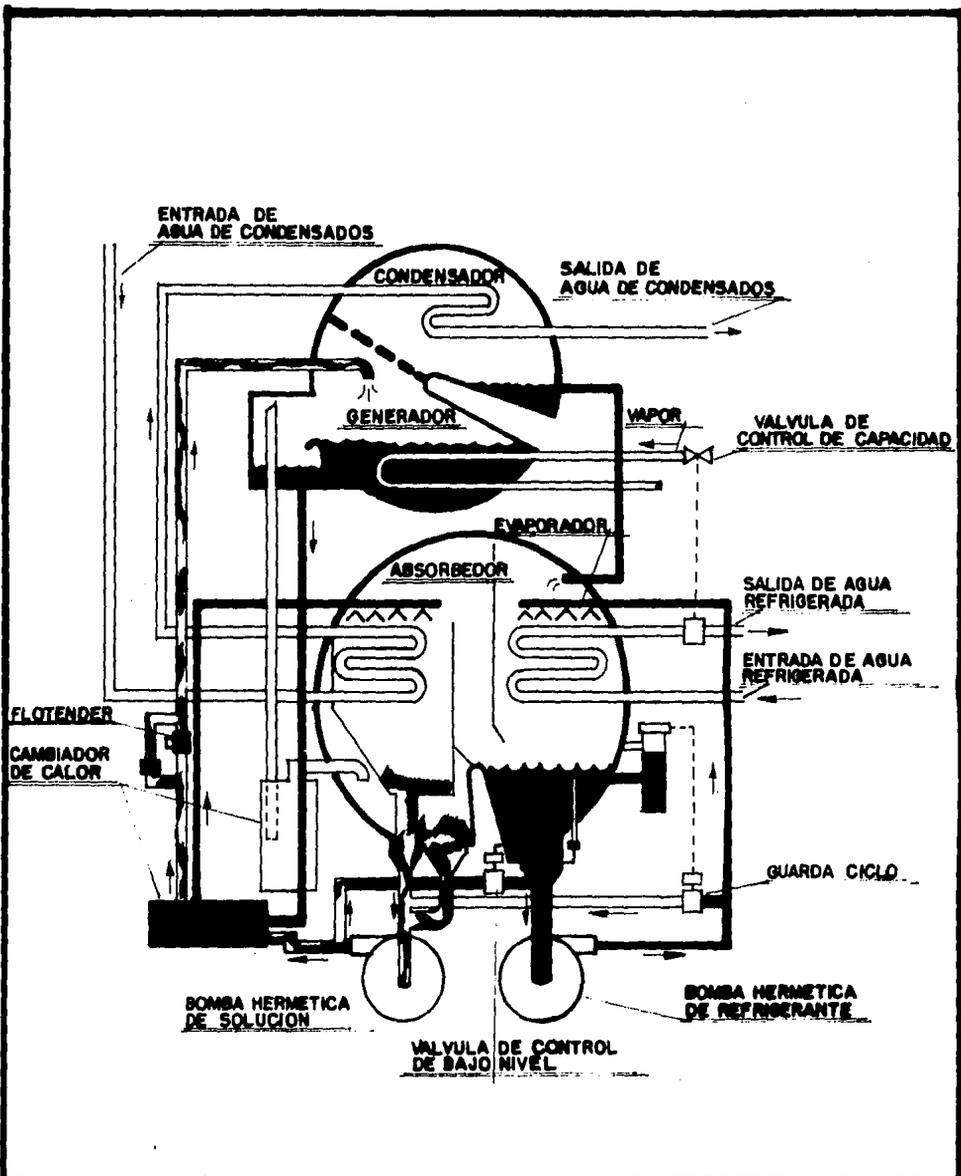


FIGURA 3

16JB CIRCUITOS DE FLUJO CON CONTROL DE BAJO NIVEL

- A1 DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA AL ABSORBEDOR
- A2 DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA DEL CONDENSADOR
- B INTERCAMBIADOR DE CALOR SECUNDARIO
- C CAMARA DE SEPARACION
- D CAMARA DE ALMACENAMIENTO
- E VALVULA DE RETORNO DE SOLUCION
- F INDICADOR DE NIVEL
- G VALVULA AUXILIAR DE EVACUACION
- H VALVULA DE ESCAPE
- J BOTELLA DE ESCAPE
- K BOMBA HERMETICA DE SOLUCION

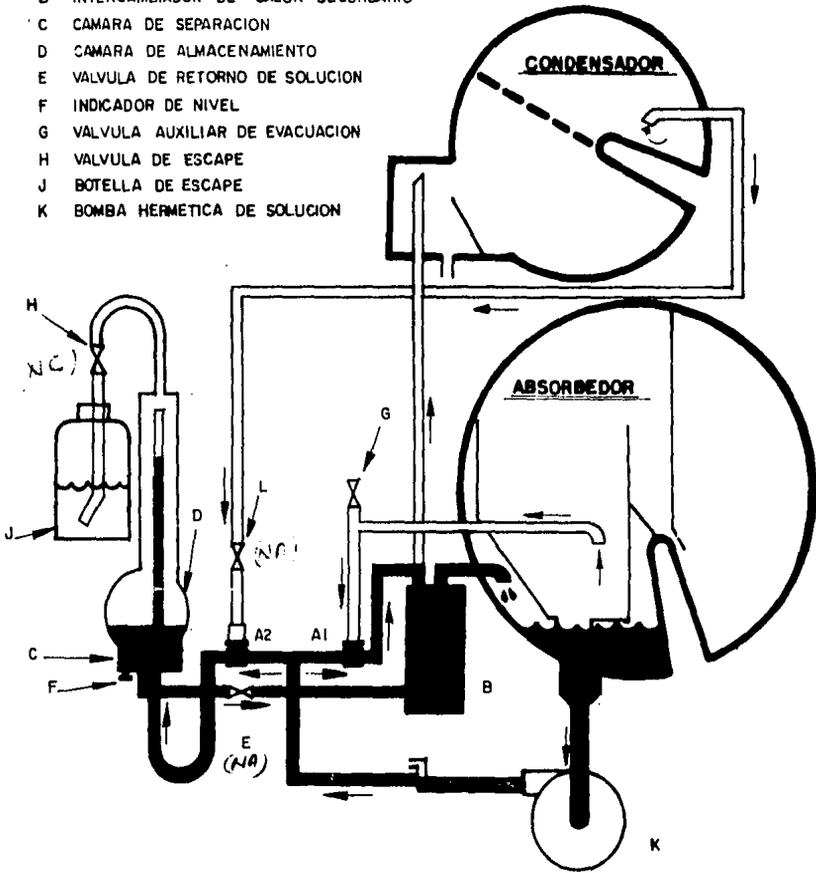


FIGURA 4

SISTEMA DE PURGAS 16 JB

absorción opera en el principio de que abajo de la presión absoluta (vacío), el agua absorberá calor y se vaporizará (hervirá) a baja temperatura. La solución de bromuro de litio absorbe los vapores de agua formados para permitir que el proceso de enfriamiento sea continuo.

CICLO DE FLUJO: Los circuitos básicos de flujo están indicados en la fig. 3. El líquido a ser enfriado pasa por los tubos del evaporador donde es enfriado por la evaporación del refrigerante que es pulverizado sobre la superficie exterior de los tubos. Los vapores de refrigerante se extraen del evaporador a la sección del absorbedor donde son absorbidos por la solución a medida que se pulveriza sobre los tubos del absorbedor. El calor que ha sido absorbido del líquido enfriado es transportado al absorbedor por los vapores del refrigerante y se transfiere al agua de condensación que circula por los tubos del absorbedor. La solución en el absorbedor se vuelve más diluida a medida que absorbe agua, y se bombea al generador para ser concentrada. En el generador, la solución débil o diluida se calienta con vapor o agua caliente para hervir y vaporizar el refrigerante que pasa al interior de la sección del condensador en donde en contacto con los tubos fríos del agua de condensación se condensa. El refrigerante condensado regresa a la sección del evaporador para comenzar nuevamente el ciclo. La solución reconcentrada fluye del generador y regresa al absorbedor para comenzar un nuevo ciclo. La eficiencia del ciclo se mejora pasando la solución débil relativamente caliente del generador a través de un intercambiador de calor.

CONTROL DE CAPACIDAD: La válvula de capacidad modula la cantidad de vapor o agua caliente al generador y es posicionada por un control que mide la temperatura de salida de agua helada, a condiciones de plena carga la válvula de control de capacidad está -

totalmente abierta. A medida que la carga se reduce y la temperatura del agua helada disminuye abajo de la temperatura de diseño., la válvula de control se irá cerrando. Cuando no se tienen condiciones de carga la válvula de control de capacidad estará cerrada.

CONTROL DE CONCENTRACION BAJA: A condiciones de carga parcial se logra una operación más económica con la válvula de Flotender T.M. que reduce el flujo de solución hacia el generador, cuando la temperatura del agua de condensación está también baja, la válvula del absorbedor modula el flujo a las espesas del absorbedor desviando parte de la solución concentrada regresándola hasta el depósito inferior del absorbedor. Este hace el efecto de limitar la dilución de la solución y mantener suficiente refrigerante en el circuito del evaporador para evitar la cavitación de la bomba de refrigerante. El posicionador de la válvula del absorbedor mide el nivel de refrigerante en el evaporador.

CONTROL DE CONCENTRACION ALTA: Cuando la solución se vuelve sobre-concentrada, la válvula de transferencia del guarda ciclo - T M se abre para transferir el refrigerante en el circuito de la solución para reducir la concentración. Una combinación de tres interruptores de nivel del refrigerante y dos interruptores térmicos de temperatura de la solución miden la concentración de la solución para dar el grade de control del Guarda Ciclo.

PURGA: Los componentes y circuito de flujo para la unidad de purga sin motor de una máquina 16JB están indicados en la fig. 4.

Durante la operación de la máquina, la solución de bromuro de litio de la descarga de la bomba de solución (K), fluye a través de dos dispositivos de transferencia (A1-A2). El dispositi

tive de transferencia de purga del absorbedor descarga directamente en el interior del intercambiador de calor secundario (B), después de acarrear los gases no condensables del absorbedor. - Los no condensables pasan de aquí al interior del condensador. Son removidos del condensador por el segundo dispositivo de -- transferencia y llevados al tanque de separación (C). Del tanque de separación, los no condensables fluyen al interior de la cámara de separación y la solución regresa al absorbedor.

A medida que la cámara de almacenamiento (D), se llena con no condensables, el nivel de solución se comprime y la solución desplazada regresa al absorbedor. Cuando la solución alcanza un nivel predeterminado cercano a la parte inferior de la cámara de almacenamiento, un piloto indicador en el tablero de control señala la necesidad de poner a funcionar la purga. La evacuación de la purga, se comienza por cerrar la válvula de retorno de la solución (E), la solución de la descarga de la bomba es forzada de este modo al interior de la cámara de almacenamiento, comprimiendo los no condensables a una presión superior a la atmosférica. La válvula de escape (H), se abre para que pasen los no condensables a través de una botella de escape (J), y se cierra cuando hayan salido todos los gases no condensables. Para regresar la purga a su operación automática, se abre la válvula de retorno (E), para permitir que el flujo de solución retorne al absorbedor. La operación de la purga es continua, automática y sin motor.

NOTA: El operador deberá registrar el tiempo entre las purgas.

2.1.3.- CIRCUITO DE VAPOR Y AGUA DE CONDENSACION (A.Co.).

El vapor que utilizan las unidades de absorción como fuente de energía es suministrado por las calderas a una presión de

15 libras/pulgada². Como se mencionó en el inciso 2.1.1., en la sección generador el vapor cede energía a la solución diluida - con el fin de separar el refrigerante y reconcentrar la solución. Al ceder energía el vapor, se condensa y este condensado regresa al tanque de retorno de condensados (TR. Co.), de donde se hace llegar a las calderas mediante el equipo de bombeo ubicado por debajo del tanque. En las calderas nuevamente se genera el vapor que ha de suministrarse al generador de cada unidad de absorción, en donde el vapor se condensa para iniciarse un nuevo ciclo.

En la figura 5, se muestra un diagrama de bloques del circuito de vapor y agua de condensación propio del sistema de enfriamiento de agua. Los accesorios y demás elementos que intervienen en este circuito, pueden verse en el inciso 2.3.3.

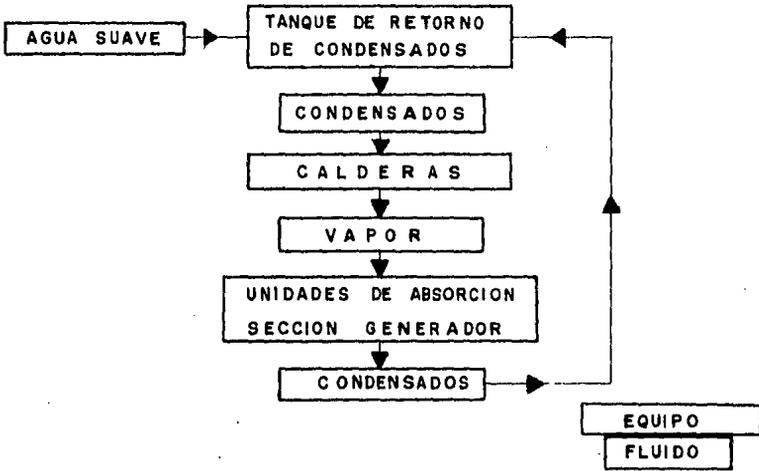


FIG. 5.- CIRCUITO DE VAPOR Y AGUA DE CONDENSACION, (A. Co.).

NOTA: Es importante diferenciar a lo que se llama agua de condensación, del agua de condensados. (A.K.).

2.1.4.- CIRCUITO DE AGUA DE CONDENSADOS (A.K.).

El agua que circula por este circuito tiene como fin disipar el calor de absorción generado en la sección absorbedor y condensar el vapor en la sección condensador de la U.A. Por este motivo se le denomina agua de condensados, la cual al salir de la U.A. ha ganado calor el cual se remueve en las torres de enfriamiento. En la figura 6 se pueden apreciar los diferentes equipos que intervienen en este circuito. El agua de condensados, una vez que es enfriada en las torres de enfriamiento, es succionada por las bombas de agua de condensados (B.A.K.), y mediante estas nuevamente bombeada a las secciones absorbedor y condensador de las U.A. De estas, es nuevamente bombeada a las torres de enfriamiento. El tratamiento del agua es muy importante para evitar la corrosión e incrustación en los tubos de las secciones absorbedor y condensador de las U.A. Asimismo, se cuenta con un control biológico. Las cantidades y la forma en que debe realizarse el tratamiento químico completo se describe a continuación.

a) Aplicación del Tratamiento.:

- 1) Inhibidor de corrosión e incrustación (HWR-2370), 4.5 lt/día por goteo cerca de la succión en la TE-1.
- 2) Acido clorhídrico 30%, 2.4 lt/día por goteo cerca de la succión en la TE-2.
- 3) Biocida de amplio espectro (HWR-4060), 6 lt/semana por choque al anochecer cerrando la purga durante 2 horas.

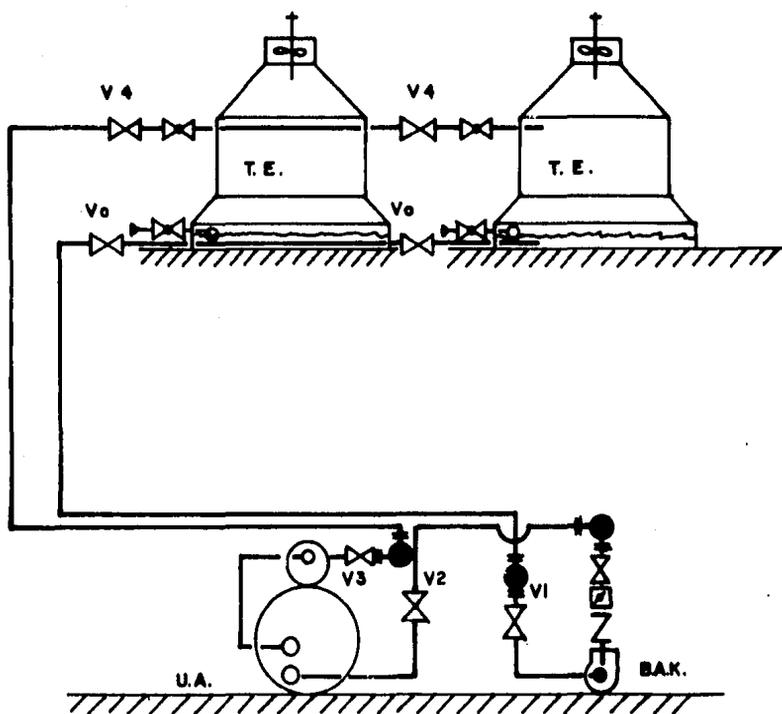


FIGURA 6

CIRCUITO DE AGUA DE CONDENSADOS

- 4) Hipoclorito de sodio, 2.3 lt/semana, por cheque al anochecer intercalado con el biocida.

Se aplica el hipoclorito de sodio el anochecer, para evitar la degradación por radiación ultra violeta. Se debe obtener un residuo de cloro de 10 ppm 3 horas después de la aplicación.

b) Límites de Operación.

	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
HWR-2370 ppm	200	250
Alcalinidad de ppm CaCo ₃	300	350
Dureza total ppm CaCo ₃	400	500
Sílice ppm SiO ₂	150	190
ph	8.0	8.5
Ciclos de concentración	-	2.0
Purga continua Lpm	12.5	13.5

c) Determinaciones Analíticas de Control.

Dureza total.	Semanal.
Alcalinidad.	Semanal.
Sílice.	Semanal.
ph.	Diario.
HWR.	Semanal.
Cloro libre.	Diario.

Si el tratamiento químico no se efectúa adecuadamente, - provocará que el agua cause corrosión e incrustaciones en los

tubos de las secciones absorbedor y condensador de las U.A. como ya se dijo, causando por consiguiente, una deficiencia en la capacidad de enfriamiento de las máquinas.

El llenado del circuito de agua de condensados (A.K.), se efectúa a través de las válvulas del flotador ubicadas en el extremo izquierdo superior de las cisternas de las T.E. Durante la operación de las T.E., el agua de condensados se pierde por evaporación, arrastre y purga. Dichas pérdidas se repelen por el agua cruda que entra por las válvulas de flotador, las cuales están interconectadas con la red hidráulica general del edificio.

Si el agua empieza a rebosarse de las cisternas, o de alguna de ellas, es necesario verificar el funcionamiento de las válvulas de flotador, e limpiar las mallas en media luna de los tubos de succión que se encuentra al fondo de las cisternas.

Siguiendo el circuito de A.K., que se ve en la figura 6, se puede observar en este que se cuenta con varias válvulas para regular flujo. A la descarga de las B.A.K., se tienen válvulas de mariposa. A la salida de la sección condensador de las U.A., se cuenta también con válvulas mariposa. Finalmente a la entrada de cada T.E., existen dos válvulas de globo para regular el flujo de entrada y balancearlo entre las dos T.E.

El circuito también tiene válvulas de compuerta, dispuestas a la entrada y salida de cada U.A., así como a la entrada y salida de cada T.E. Esto con el fin de cerrar el flujo de A.K., en caso de servicio, a cualquiera de los equipos mencionados.

Es importante recordar que si se cierra alguna válvula ma

riposa e compuerta de entrada e salida de A.K. en alguna de las U.A., a los 7 seg. actuará el interruptor de flujo, quedando de abierto el circuito de control y por consiguiente se parará la U.A., en cuestión.

El vaciado del circuito debe realizarse en tres etapas, de tal modo que sea casi completo. La operación principal consiste en abrir la válvula de compuerta del filtro irriga que se encuentra a la succión de las bombas de A.K. Por aquí saldrá casi el 50% del agua contenida. La segunda operación se realiza vaciando el agua contenida en las U.A., tanto en las secciones absorbedor como condensador, a través de las válvulas de 19 mm ϕ dispuestas en las cajas de dichas secciones, así como la válvula compuerta ubicada en el extremo inferior del cabezal de descarga de las B.A.K. Finalmente por la válvula de purga en cada cisterna de las T.E. se evacuará el restante.

El llenado del circuito de A.K., tarda aproximadamente 3 1/2 Hrs. Dadas las circunstancias en las que se efectuaron las pruebas, no se pudieron checar mejores tiempos, ya que los llenados siempre fueron intermitentes.

En el circuito de A.K., se cuenta con ventilas manuales las que es recomendable operar manualmente por lo menos cada semana. Estas se encuentran en las cajas de las secciones absorbedor y condensador, así como en los cedos superiores del cabezal de descarga de las B.A.K.

El flujo de A.K. que debe ser de 414 G.P.M., por cada unidad de absorción se regula con la ayuda de la válvula mariposa localizada a la salida de la sección condensador. Este se puede calcular con la ΔP que nos dan los manómetros de entrada a la sección de absorbedor y salida de la sección condensador u-

utilizando para tal efecto la gráfica (Absorbedor-Condensador) de la página 13 del catálogo de datos técnicos, en donde aparecen los datos de selección para la unidad 16JBC14.

En el siguiente diagrama de bloques se presentan los equipos que intervienen en el circuito de A.K., y el recorrido de agua.

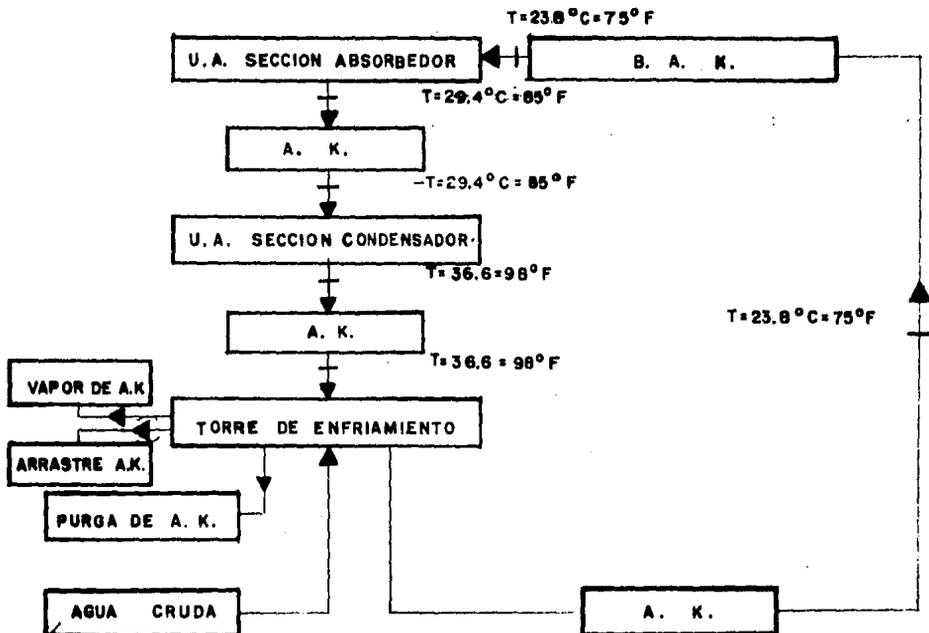


FIG. 7.- CIRCUITO DE AGUA DE CONDENSADOS (A.K.).

En la T.E., se pierde agua de condensados por evaporación, arrastre y purga, esta cantidad de agua se repone por agua cruda, como ya se dijo anteriormente, por la válvula de flotador.

Para una operación de 12 horas diarias, se estiman pérdidas por evaporación del 1% en cada T.E. El arrastre se considera - aproximadamente del 0.2% en cada T.E.

En una torre de enfriamiento el aire se humidifica y calienta. La finalidad de esta es enfriar el agua de condensados, mientras el aire se humidifica.

El aire incrementa su calor latente al estar en contacto con las gotas de agua de condensados que están calientes, por lo tanto el aire se calienta y el agua se enfría.

El proceso de humidificación del aire se muestra en la siguiente figura.

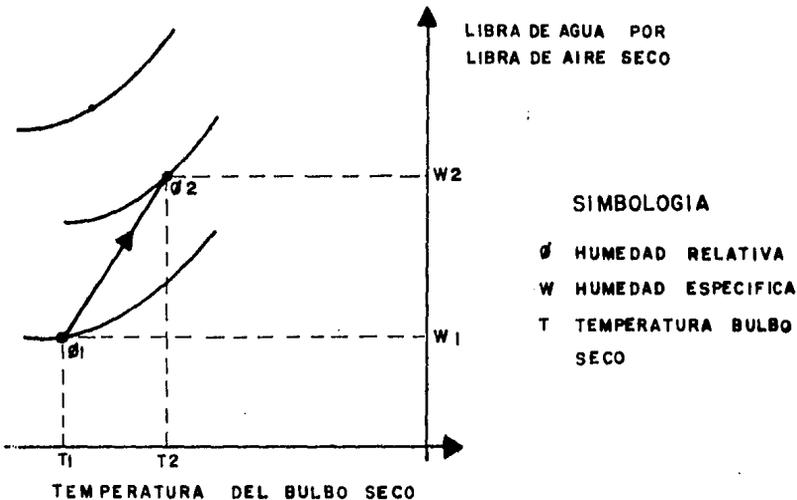


FIG. 3.- PROCESO DE HUMIDIFICACION DEL AIRE, AL ENFRIAR EL AGUA DE CONDENSADOS EN LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.

Es importante comprender que en función de la diferencia de temperatura del A.K. y de la calidad del agua de repuesto, queda la concentración de sales que deben mantenerse disueltas.

2.1.5.- CIRCUITO DE AGUA REFRIGERADA (A.R.)

El agua que circula por este circuito se enfria al pasar -- por las secciones evaporador de las U.A. En la fig. 9 se -- pueden apreciar los diferentes equipos que intervienen en -- este circuito. El agua refrigerada una vez enfriada se hace pasar por los serpentines de las U.M.A., en donde gana ca-- ler sensible y de esta forma es succionada por las bombas -- de agua refrigerada (B.A.R.), de las cuales se envía nueva-- mente el cabezal de descarga para finalmente entrar a las -- secciones evaporador de las U.A., y ahí nuevamente enfriar-- se cediendo el calor sensible.

El llenado del circuito de agua refrigerada (A.R.), se efec-- túa a través del codo 90° en el punto más alto del retorno -- directo de A.R., ubicado en el cuarto de U.M.A., del nivel -- 18°. Este llenado se logra mediante el tanque de expansión -- abierto localizado en azotea. Es preferible mantener abier-- ta las válvulas de llenado, que se encuentra entre el tan-- que de expansión y el retorno directo de A.R., del circuito.

Es necesario revisar la válvula flotador del tanque de ex-- pansión, que este mantenga siempre su nivel adecuado.

El A.R. no se pierde en ninguna parte del circuito, a dife-- rencia del agua de condensados; por tal motivo, una baja de -- nivel en el tanque de expansión es índice de pérdidas de -- A.R., las que solo pueden ser por fugas en algún punto del -- circuito.

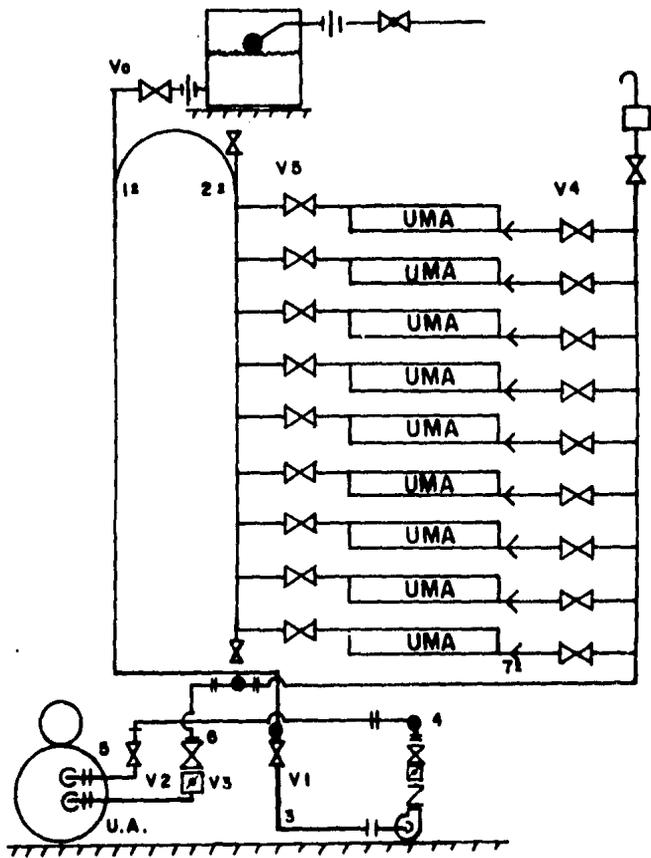


FIGURA 9

CIRCUITO DE AGUA REFRIGERADA

Siguiendo el circuito de A.R., que se ve en la figura 9, se puede observar en este que se cuenta con varias válvulas para regular flujo. A la descarga de las B.A.R., se tienen -- válvulas de mariposa. A la salida de las secciones evaporador de las U.A., se cuenta también con válvulas de mariposa.

El circuito también tiene válvulas de compuerta, dispuestas a la entrada y salida de A.R., en cada U.A. Asimismo se cuenta con válvulas compuerta a la entrada y salida de cada --- U.M.A.

Lo anterior con el fin de cerrar el flujo de A.R., en caso de servicio a cualquiera de los equipos mencionados.

Es importante recordar que si se cierra alguna válvula mariposa o compuerta de entrada o salida de A.R., en alguna de las U.A., a los 7 seg. actuará el interruptor de flujo, quedando abierta el circuito de control y por consiguiente se -- parará la U.A., en cuestión.

El vaciado del circuito debe realizarse en tres etapas, de -- tal modo que sea casi completo. No olvidarse de cerrar las -- válvulas de alimentación del tanque de expansión.

La operación principal consiste en abrir la válvula de compuerta del filtro igriega que se encuentra a la succión de -- las bombas de A.R. Por aquí saldrá el agua contenida en el -- tubo de 8" Ø del retorno directo de A.R. La segunda opera--- ción se realiza vaciando el agua contenida en el tubo de ali--- mentación, retorno inverse y serpentines de A.R., de las ---- U.M.A. Esta operación se efectúa por la válvula compuerta loca--- lizada en la parte inferior del cabezal de descarga de las -- B.A.R. En la tercera operación se evacuará el agua restante -- contenida en las cajas del evaporador de cada U.A., en el tu--- bo de retorno inverse y en las B.A.R.

Al abrir la válvula de compuerta de los filtros igriega, debe tenerse cuidado y que la presión hidrostática alcance -- los 7 Kg/cm^2 . En la válvula de compuerta del cabezal de descarga de las B.A.R., es recomendable acoplar una manguera -- con el fin de descargar el A.R., directamente en una coladera.

El llenado del circuito de A.R., tarda aproximadamente 7 hrs.

En el circuito de A.R., se cuenta con ventiles manuales y -- automáticas. Es recomendable operar las primeras por lo me-- nos cada semana; estas se encuentran en la parte superior -- (salida) de cada serpentín de A.R., de las U.M.A. Las autómá-- ticas se recomienda revisar, al igual cada semana. Válvulas automáticas de ventes se encuentran en las cajas evaporador de cada U.A., en los codos superiores del cabezal de descarga de las B.A.R., y en el punto más alto de la alimentación de A.R., (cuarto U.M.A. nivel 18).

El flujo de A.R., que debe ser de 403 G.P.M., por cada uni-- dad de absorción se regula con la ayuda de la válvula mariposa localizada a la salida de la sección evaporador. Este se puede calcular con la ΔP que nos dan los manómetros de en-- trada y salida a la sección evaporador, utilizando para tal efecto la gráfica (evaporador 2 pasos) de la página 13 del -- catálogo de datos técnicos, en donde aparecen los datos de -- selección para la unidad 16JB014.

En el siguiente diagrama de bloques se presentan los equipos que intervienen en el circuito de A.R., y el recorrido del -- agua.

2.2.- SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA.

El agua caliente (A.C.) que ha de circular por los serpentines de las U.M.A. es generado por el intercambiador de calor (I.C.), localizado en el sótano.

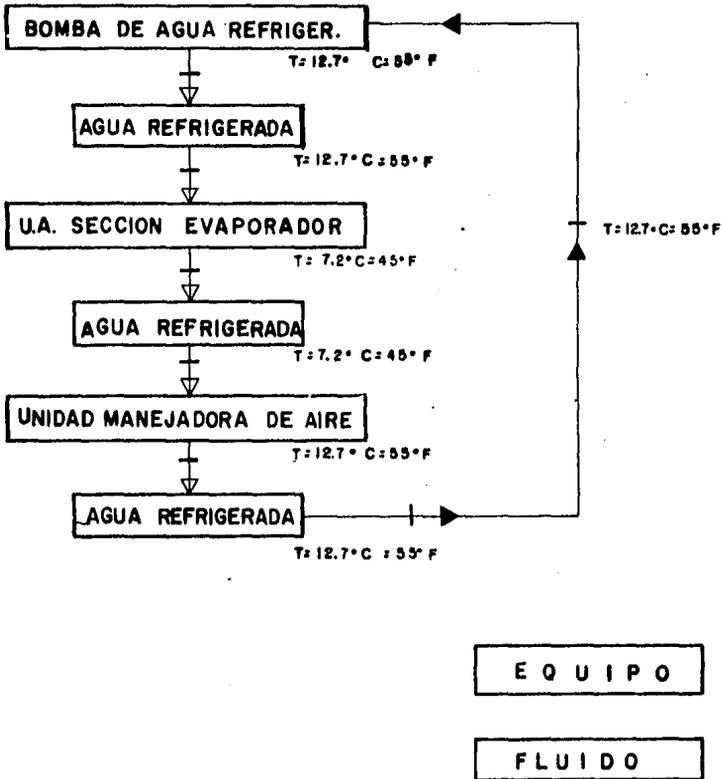


FIG. 10.- CIRCUITO DE AGUA REFRIGERADA (A.R.).

El I.C. para generar el agua caliente necesita a su vez - de maquinaria complementaria como:

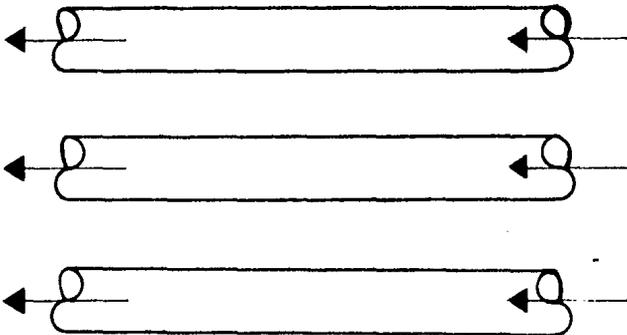
- a) Calderas (C), suministra el vapor al I.C.
- b) Bombas de agua caliente (B.A.C.); logran la circulación del agua caliente entre el I.C. y las U.M.A.

2.2.1.- CIRCUITO DE VAPOR Y AGUA DE CONDENSACION, e I.C.

El vapor que utiliza el I.C. como fuente de energía, es su ministrado por las calderas a una presión de 15 lb/pulg.² En el intercambiador de calor, se hacen pasar dos fluidos por este, - uno frío y otro caliente.

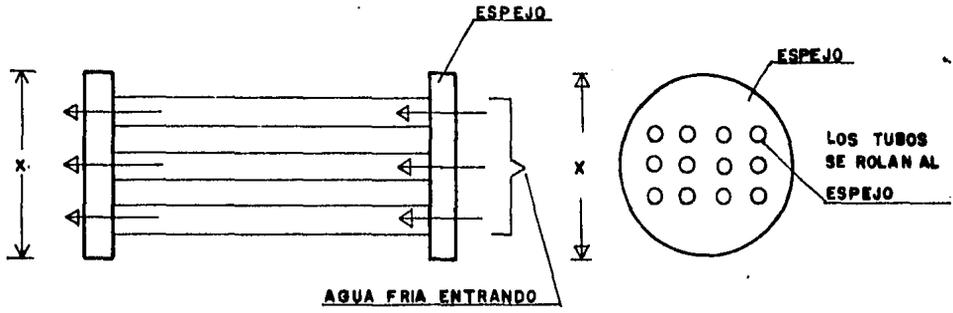
Con el fin de comprender mejor lo que sucede en el I.C. ya que de estos hay varios en el Sistema de Aire Acondicionado - (por ejemplo en U.A.), a continuación se representa esquemáticamente un I.C. integrándolo en varias figuras y explicando otros principios.

- a) Por ejemplo se hace circular un fluido por el interior de - los tubos.

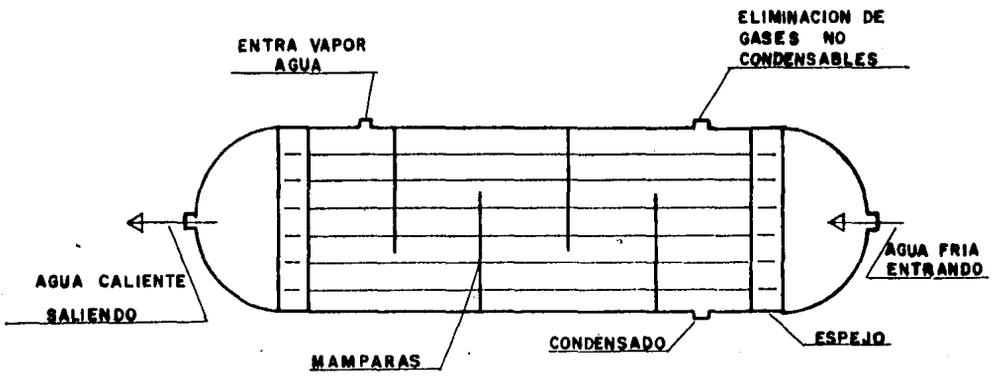


POR EJEMPLO
AGUA FRIA
CIRCULA POR EL
INTERIOR DE LOS
TUBOS

b) Se montan los tubos por sus extremos, en placas llamadas "ESPEJOS".



c) Se montan los "ESPEJOS" con los tubos, en una "carcasa".
Se hace pasar el fluido caliente por fuera de los tubos.

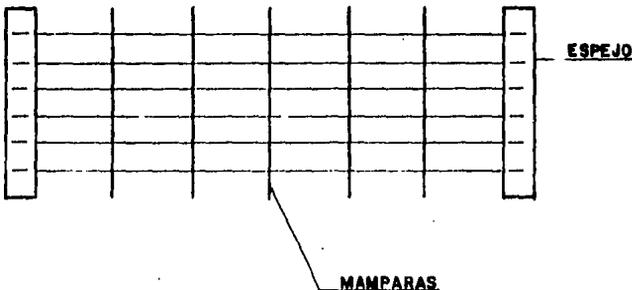


NOTA: 1 Se colocan mamparas en forma perpendicular a los tubos, con el fin de obtener un mayor aprovechamiento de la energía del fluido caliente. De esta manera el fluido caliente, también es dirigido.

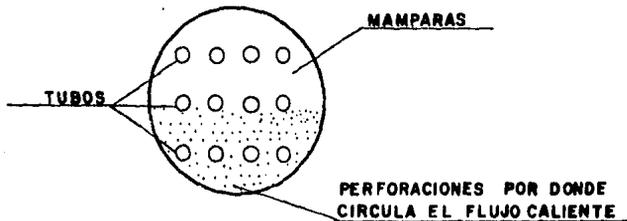
NOTA: 2 En este caso el fluido frío que va por dentro de los tubos, recorre el I.C. una sola vez, por lo que este tipo de mecanismo se llama de un pase.

NOTA: 3 Cuando los fluidos como en este ejemplo recorren el I.C. en direcciones opuestas, el I.C. es del tipo del "Contra flujes" o "Contracorrente".

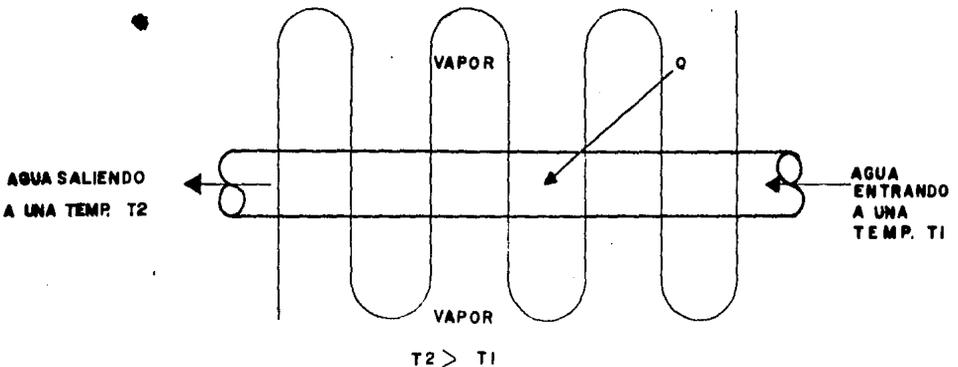
d) Las mamparas pueden ser de varias formas, según el diseño del fabricante.



NOTA: En este caso las mamparas tienen unas perforaciones, por donde circula el fluido caliente.



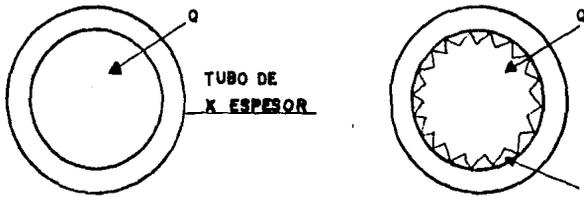
- e) En el ejemplo que se ha dado, el vapor de agua cede energía calorífica al agua. El vapor es un fluido en estado gaseoso, y el agua un fluido en estado líquido. El primero posee una temperatura mucho mayor a la del segundo.



La temperatura 2, es mayor que la temperatura 1

NOTA: En el I.C. de "FLUJO PARALELO" no importa cuan largo sea el I.C., la temperatura final del fluido más frío jamás podrá alcanzar la temperatura de salida del fluido más caliente. Para el "Contraflujo" (muestra ejemplo) en cambio la temperatura final del fluido más frío puede exceder la temperatura de salida del fluido más caliente.

f) Es de suponerse que la "Incrustación" en los tubos evitará una buena transferencia de energía.



$$T = X + I$$

T ; Espesor Total

X ; Espesor Nominal de la Tubería.

I ; Incrustación.

NOTA: Las incrustaciones aumentan el espesor de los tubos, - con lo cual la transferencia del calor no es suficiente, o la esperada. Las incrustaciones se evitan dando un buen tratamiento a los fluidos que se emplean.

g) Se dice que el I.C. es de "Dos Pasos" cuando el fluido que va por el interior de los tubos, hace dos recorridos dentro de aquel P. eje..

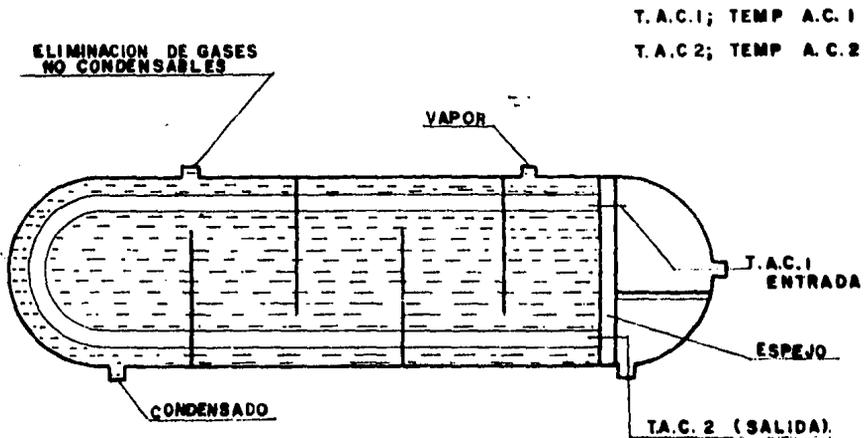


FIG. 11.- INTERCAMBIADOR DE CALOR.

El diseño completo de un I.C., puede descomponerse en tres grandes etapas.

- 1.- El análisis térmico.
- 2.- El diseño mecánico preliminar.
- 3.- El diseño para su construcción.

Otro ejemplo de I.C. es el de la sección Generador de las U.A., en donde por el interior de los tubos va el fluido en estado gaseoso, mientras que la solución diluida que es un fluido en estado líquido va por fuera. Sin embargo al final del -- cambio de energía, el vapor se condensa y la solución diluida se separa en dos fases, una líquida y otra gaseosa.

Siguiendo con el análisis del circuito de vapor y A. Co., al entrar el vapor al I.C., cede energía al agua que va por el interior de los tubos, hasta condensarse. Este condensado regresa al TRCo., de donde se hace llegar a las calderas mediante el equipo de bombas ubicado por debajo del TRCo. En las calderas nuevamente se genera el vapor que ha de suministrarse al I.C., para en este condensarse e iniciarse un nuevo ciclo.

En la figura 12 se muestra un diagrama de bloques del circuito de vapor y agua de condensación propio del sistema del calentamiento de agua. Los accesorios y demás elementos que intervienen en este circuito, pueden verse en el inciso 2.3.3. - El I.C. es marca McLellan and Steamex, S.A. modelo 1023-SB.

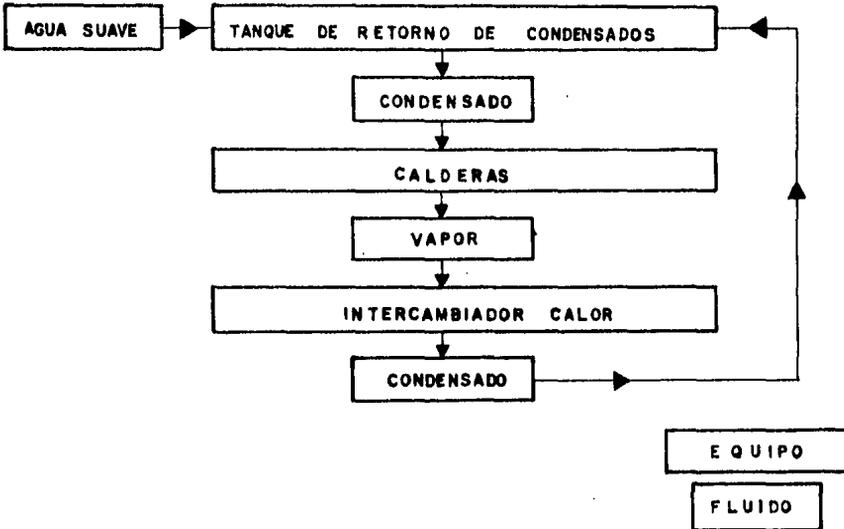


FIG. 12.- CIRCUITO DE VAPOR Y AGUA DE CONDENSACION.

2.2.2.- CIRCUITO DE AGUA CALIENTE, (A.C.).

El agua que circula por este circuito, se calienta al pasar por el I.C. En la figura 13 se pueden apreciar los diferentes equipos que intervienen en este circuito. El agua caliente se hace pasar por los serpentines de las U.M.A., en donde pierde calor sensible y de esta forma es succionada por las bombas de agua caliente (B.A.C.), de las cuales se envía nuevamente al cabezal de descarga para finalmente entrar al I.C. y ahí nuevamente calentarse ganando calor sensible.

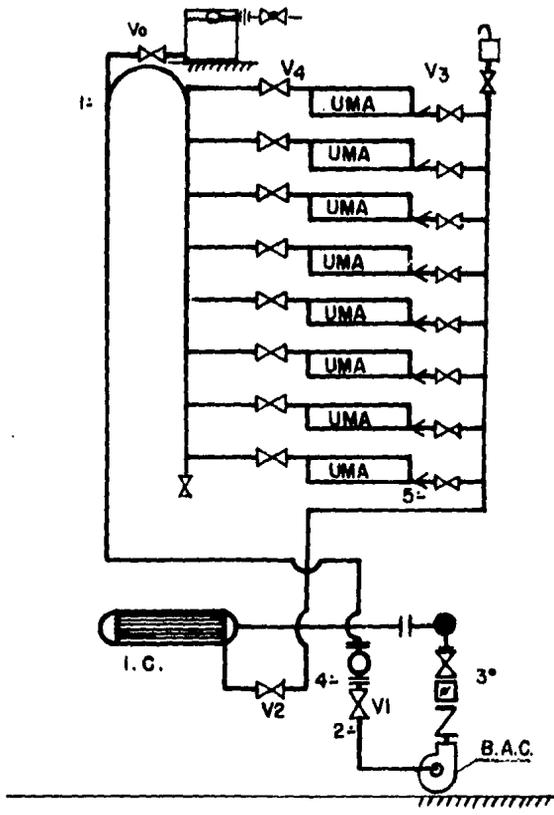


FIGURA 13

CIRCUITO DE AGUA CALIENTE

En lo que corresponde a recorridos, es decir a tubería, el circuito de agua caliente y de agua refrigerada, son muy similares, ya que, como se observa en las figuras 9 y 13 una vez procesada el agua, se hace llegar a las U.M.A. por el tubo de alimentación, saliendo de las U.M.A. entra al tubo de retorno inverse y al llegar al último nivel regresa toda el agua al sótano por el tubo de retorno directo. Entrando a los cuartos de manejadoras, los tres tubos que se ven de frente a mano izquierda corresponden al agua caliente. Los tres a mano derecha y de mayor diámetro, corresponden al agua refrigerada, los retornos directos se encuentran en los extremos, pues observese que el retorno directo del agua caliente que consiste en un tubo de 4" \varnothing se encuentra en el extremo izquierdo, mientras que el tubo de retorno directo de agua refrigerada de 8" \varnothing se encuentra en el extremo derecho. Las figuras 9 y 13 son representaciones esquemáticas, esto quiere decir que dichas figuras dan una idea de los recorridos y no de la posición real de los tubos y equipos.

El llenado del circuito de agua caliente (A.C.) se efectúa a través del codo 90° en el punto más alto del retorno directo del A.C., ubicado en el cuarto de U.M.A. del nivel 18°. Este llenado se logra mediante el tanque de expansión abierto localizado en la azotea. Es preferible mantener abierta la válvula de llenado, que se encuentra entre el tanque de expansión y el retorno directo de A.C. del circuito.

Es necesario revisar la válvula flotador del tanque de expansión y que éste mantenga siempre su nivel adecuado. El A.C. no se pierde en ninguna parte a diferencia del circuito del A.K., por tal motivo, una baja de nivel en el tanque de expansión, es índice de pérdidas del A.C., las que sólo pue--

den ser por fugas en algún punto del circuito.

Siguiendo el circuito del A.C., que se ve en la figura 13, se puede observar en este que se cuenta con dos válvulas para regular flujo. Estas están localizadas a la descarga de las B.A.C. y son del tipo de mariposa.

El circuito también tiene válvulas de compuerta, dispuestas a la entrada y salida de cada U.M.A. Asimismo una válvula a la salida del A.C. del I.C. Lo anterior con el fin de cerrar el flujo de A.C. en caso de servicio a cualquiera de los equipos mencionados.

El vaciado del circuito debe realizarse en tres etapas de tal modo que sea casi completo. No olvidarse de cerrar la válvula de alimentación del tanque de expansión.

Abrir la válvula compuerta ubicada en el filtro del A.C. - ubicada a la succión de las B.A.C. Per aquí saldrá el agua contenida en el tubo de 4" ϕ del retorno directo del A.C. El vaciado del agua contenida en el tubo de alimentación, retorno inverso y serpentines de A.C. de las U.M.A., se efectúa por la válvula de compuerta ubicada en la parte inferior del cabezal de descarga de las B.A.C. En la última operación, se evacuará el agua contenida en el I.C., B.A.C., y retorno inverso de A.C.

La presión inicial hidrostática es de 7 Kg/cm², por lo que es recomendable aceptar una manguera a la válvula compuerta del cabezal de descarga de las B.A.C.

El llenado del circuito del A.C., tarda aproximadamente 4 Hr.

En el circuito del A.C. se cuenta con ventilas manuales y automáticas. Es recomendable operar las primeras por lo menos

cada semana; estas se encuentran en la parte superior (salida) de cada serpentín de A.C., de las U.M.A. La válvula automática a la salida del cabezal de descarga de las B.A.C. al igual revisarse cada semana. Asimismo la superior del tubo de alimentación del A.C. (A.A.C.).

El flujo de A.C., debe ser de 192 G.P.M. En el siguiente diagrama de bloques se presentan los equipos que intervienen en el circuito de A.C., y el recorrido del agua.

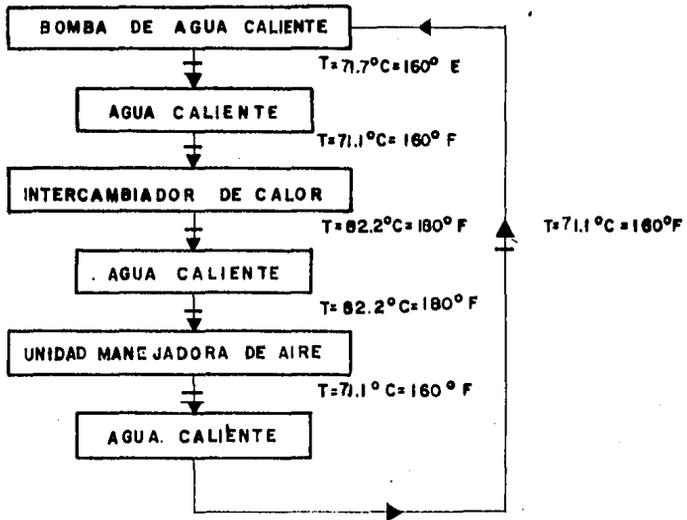


FIG. 14.- CIRCUITO DE AGUA CALIENTE (A.C.).

2.3.- SUMINISTRO DE ENERGIA PARA A.R. Y A.C.

La principal fuente de energía que se utiliza para la pro-

ducción de agua refrigerada y agua caliente es el vapor proveniente de calderas.

Para el caso de las U.A., a diferencia de las generadoras de agua helada tipo centrifugas, consumen vapor en lugar de energía eléctrica. De lo anterior se habló en el inciso 2.1.1., en donde se discutió el ciclo de absorción.

2.3.1. CALDERAS DE HUMO.

Los generadores de vapor (comumente conocidos como calderas) se pueden clasificar de la siguiente forma:

a) Per la posición relativa del agua y los gases calientes, en:

1.- Acuetubulares.

2.- Piretubulares.

b) Per la forma de los tubes, en:

1.- Tubes curvos.

2.- Tubes rectos.

c) Per la posición de los tubes, en:

1.- Horizontales.

2.- Verticales.

3.- Inclinaados.

d) Per el tipo de circulación de los gases:

1.- Tire forzado.

2.- Tire inducido.

3.- Tire balanceado.

4.- Tire natural.

De acuerdo a esta clasificación, las calderas instaladas en el edificio son:

- a) Piro-tubulares.
- b) De tubos rectos.
- c) De tubos horizontales.
- d) De tiro forzado.

Los principales elementos de un generador de vapor son:

- a) Caldera.
- b) El quemador.
- c) El horno.
- d) La chimenea.
- e) Equipo de bombeo de agua de alimentación.
- f) El ventilador. (ya sea forzado o inducido).
- g) El sistema eléctrico y de control.

La caldera es el lugar en donde se realiza el cambio de energía de la misma manera en que se efectúa en un intercambiador de calor, Podríamos decir que es un gran intercambiador de calor, en donde por el interior de los tubos rectos y horizontales, se hacen pasar los gases calientes producto de la combustión y por el exterior de los tubos se inunda el agua.

En este caso la "Carcaza" es un gran recipiente, el cual contiene el agua tratada, los tubos de humo montados sobre sus espejos y las tapas recubiertas de ladrillo refractario que actúa como aislante. Esto para mayor claridad se muestra en la siguiente figura.

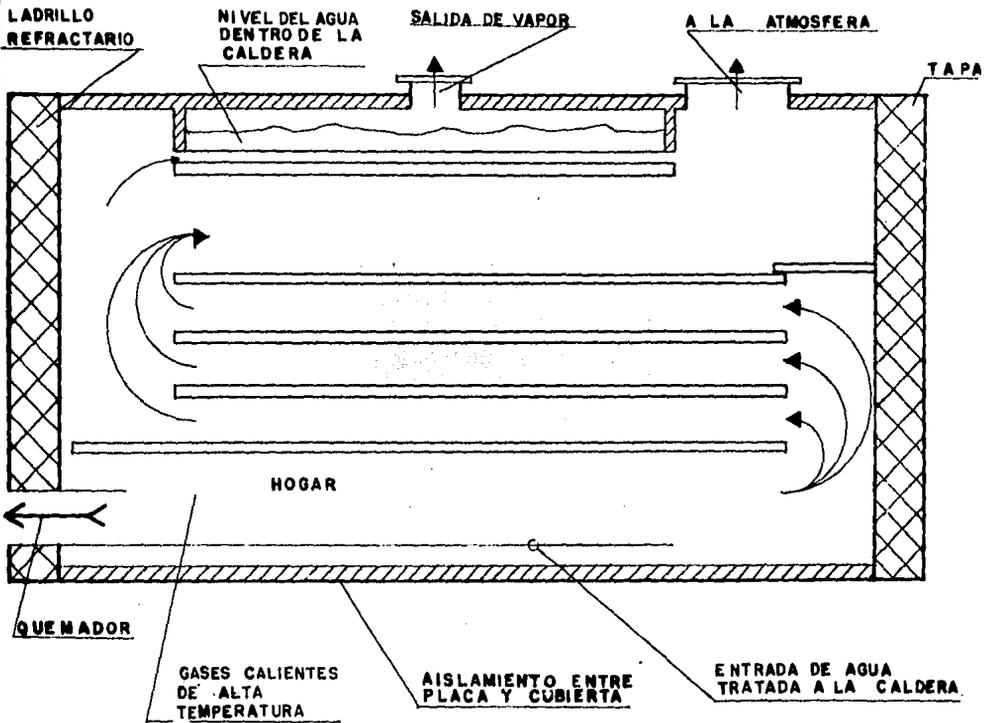


FIG. 15.- CALDERA (C).

En este caso el humo que es el fluido caliente, hace tres recorridos a lo largo de los tubos antes de salir a la atmósfera, - por lo que se dice que la caldera es de "Tres Pasos".

De acuerdo a la clasificación mencionada la caldera instalada en el edificio es entonces:

- a) De tubos de humo (Piretubular).
- b) De tubos rectos.

- c) De tubos horizontales.
- d) De tiro forzado.
- e) De tres pasos.

El quemador que se puede decir es un equipo auxiliar de la caldera, tiene como objetivo suministrar los gases calientes a la caldera, lo cual logra realizando la combustión.

En el quemador se esprea el combustible diesel, el cual enciende al entrar en contacto con la flama del gas.

Para que esta combustión se realice es necesario el aire, como es sabido:

Combustible + Aire ----- Productos.

El equipo completo del quemador, consiste en:

- 1.- Motor Medutrel; Actúa la válvula de suministro de diesel, actuando al mismo tiempo la rejilla de entrada de aire.
- 2.- Bomba de Diesel, acoplada a un motor eléctrico; Se encarga de suministrar el diesel a las espreas, y actúa solamente cuando recibe una señal.
- 3.- Transformador y electrodo; Realizan el encendido del gas.
- 4.- Válvulas solenoide para gas y diesel; Permiten el acceso o lo cierran ya se trate la de diesel o de la de gas.
- 5.- Quemador; Consiste en tubería o/espreas y deflector.
- 6.- Ventilador centrífugo, acoplado al motor eléctrico; Elementos muy importantes para que se realice la combustión. Logran además que la circulación de gases calientes, se realice dentro de la caldera.

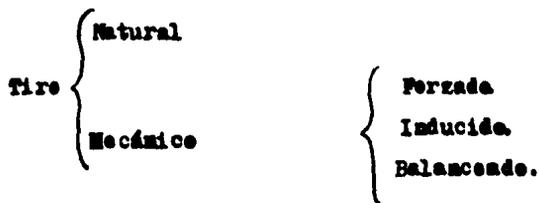
y ayudan al tiro.

Los técnicos de las calderas McLlellan, al efectuar un servicio a estos equipos, carburan el quemador y determinan a la salida de los gases, si estos no contienen cenizas. Al verificarse que ya no hay ceniza, el quemador ha quedado carburado.

El horno u hogar de la caldera, es aquel lugar en donde son arrojados los gases calientes productos de la combustión. Desde el punto de vista de la transferencia de energía, es aquel lugar que constituye el primer paso de los gases dentro de la caldera, ver figura 15.

El quemador y el hogar trabajan conjuntamente, ya que el primero efectúa la combustión, y el segundo es donde se realiza.

El tiro de una caldera puede ser de acuerdo a la siguiente clasificación:



En el tiro forzado (casi real, de la instalación), el ventilador que está encargado de la circulación de los gases, se encuentra a la entrada de aire en el equipo como se muestra en la siguiente figura.

Un ejemplo de tiro inducido lo tenemos en las T.E., en donde el aire entra por abajo y es succionado a la salida por el venti-

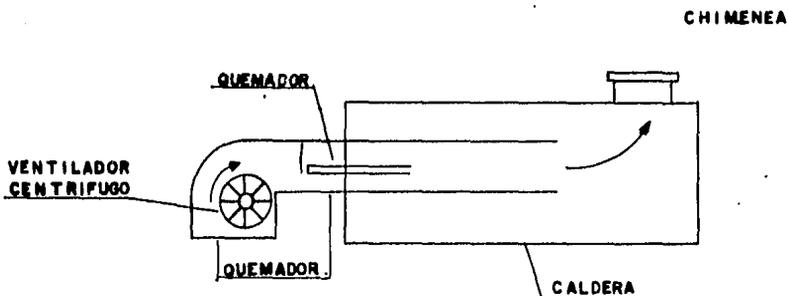


FIG. 16.- VENTILADOR CENTRIFUGO TIRO FORZADO.

lador axial. El ventilador axial está localizado a la salida del aire en el equipo.

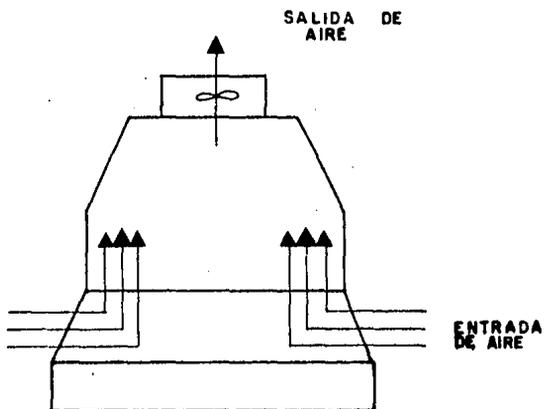


FIG. 17.- VENTILADOR AXIAL DE TIRO INDUCIDO EN LA T.E.

El tiro balanceado, es la combinación del tiro forzado y del inducido.

El tiro natural, es aquél que se forma en algún tipo de ducto, debido a la diferente densidad del fluido en cuestión tanto en el extremo inferior como en el superior.

El equipo de bombas para alimentar de agua a las calderas, se encuentra por debajo del TRCo. A éste regresa condensado aproximadamente, entre 72 y 82°C, con lo cual aprovecha energía calórica. Las bombas (BACo, 2 Pza) son de 1/2 H.P.

La señal de paro y arranque para las bombas de agua de condensación (BACo.) es enviada por el control de nivel de las calderas, a las bobinas de los contactores de las BACo. La conexión eléctrica está hecha según se muestra en la figura 18.

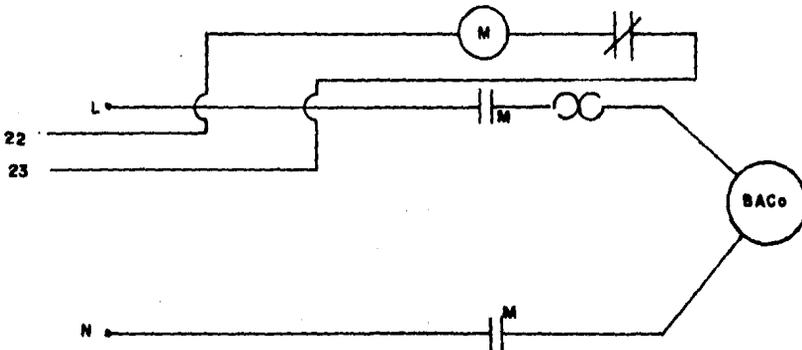
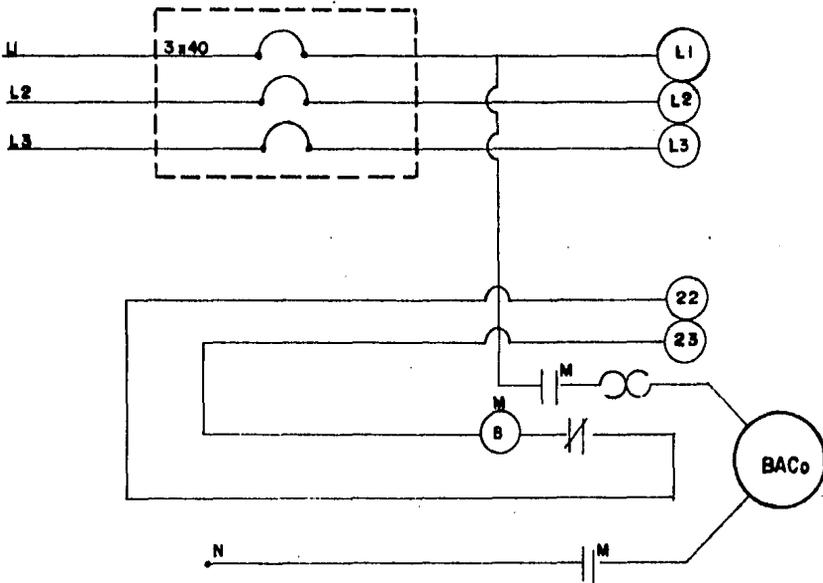


FIG. 18.- CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DE LAS BACo.

En el diagrama eléctrico del inciso 2.8 de éste capítulo, - puede apreciarse el equipo eléctrico necesario para el arranque - de las calderas como parte de la instalación de A.A. El diagrama eléctrico completo para una sola caldera, se presenta a continuación.



(22) y (23) TERMINALES EN LA CAJA DE CONTROLES DE CALDERA

FIG. 19.- ALIMENTACION ELECTRICA A CALDERAS Y BACo.

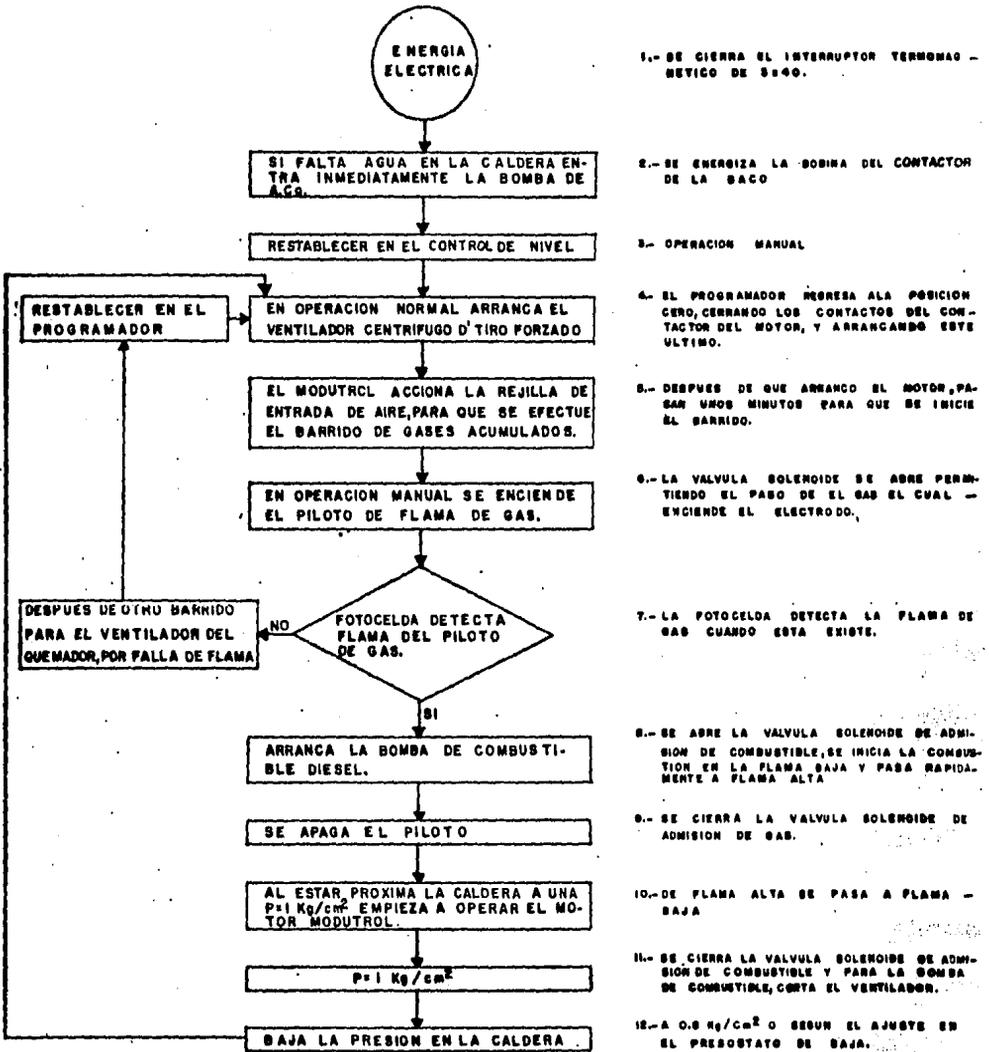


FIG. 20 DIAGRAMA DE BLOQUES (O DE FLUJO), DE LA OPERACION AUTOMATICA DEL GENERADOR DE VAPOR MCA. MC LLELLAN MOD. 38-100.

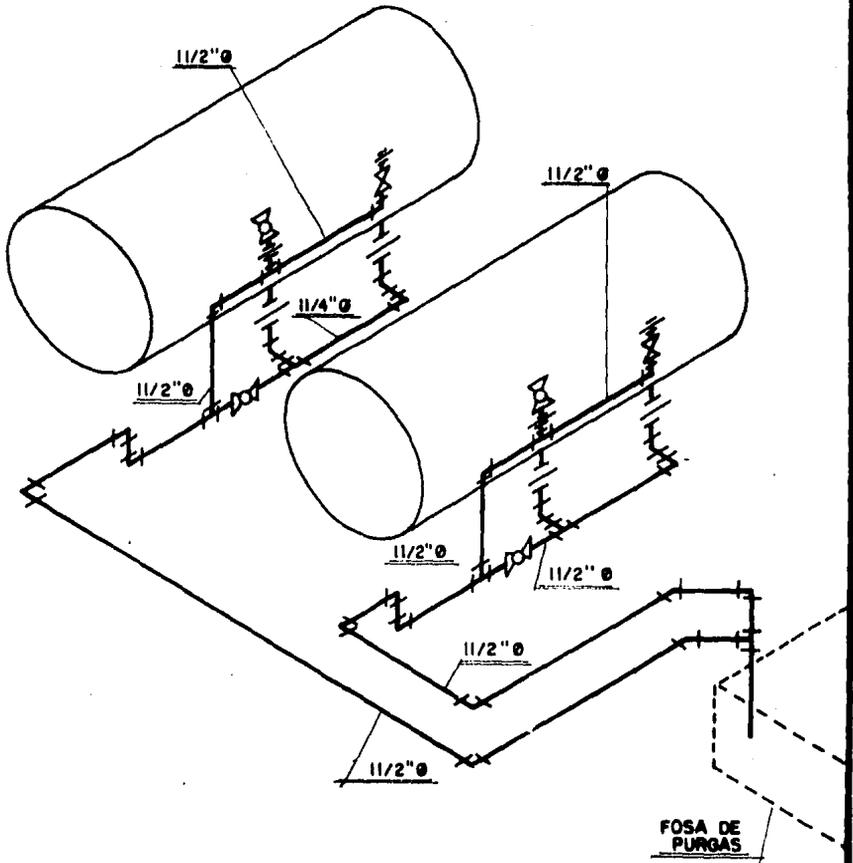


FIGURA 21

LINEA DE PURGAS

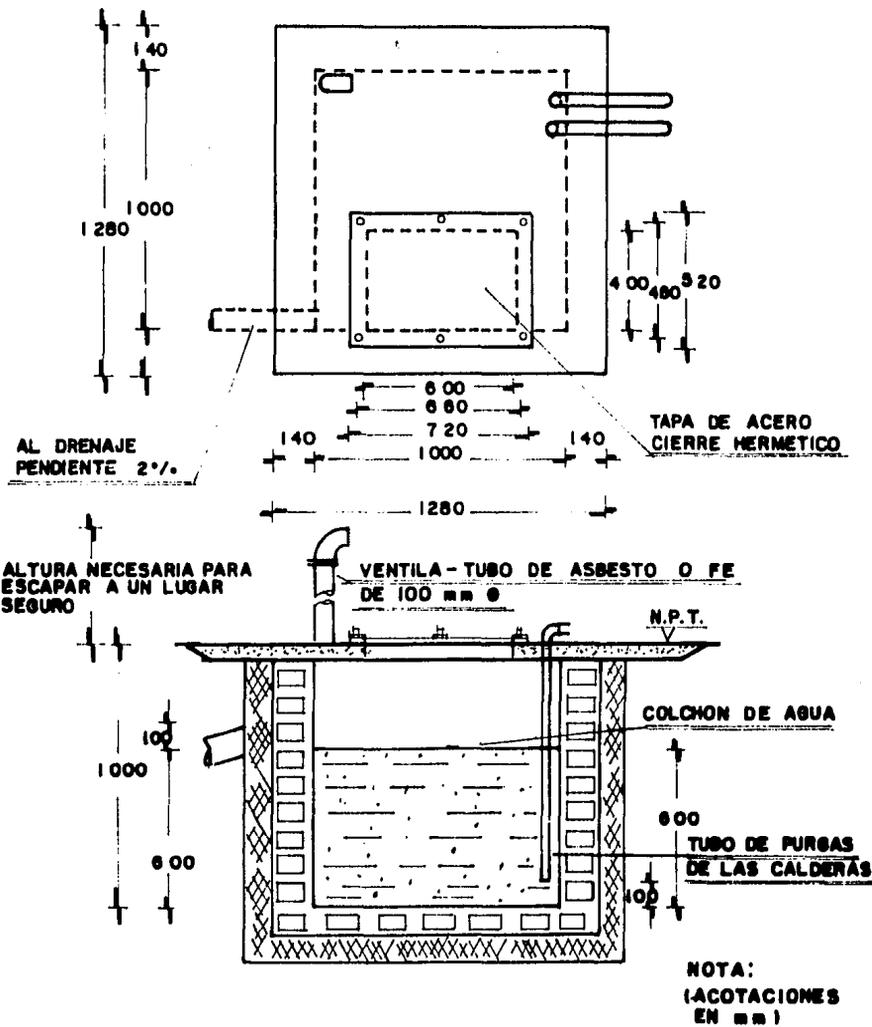


FIGURA 22

DETALLE DE FOSA DE PURGAS

2.3.2.- LINEA DE PURGAS.

Esta constituye una sección importante dentro de la generación de vapor, ya que por esta se eliminan el exceso de sales de la caldera. Para reducir la concentración de sales dentro de la caldera, el consultar en tratamientos químicos es el más indicado en dar un programa de purgas.

Con este procedimiento de purgas bien ejecutado se podrán prevenir la formación de incrustación sobre la superficie de calefacción, y la eliminación de corrosión causada -- por el oxígeno libre en el agua.

Las purgas se efectúan por la válvula de bola que se muestra en la figura 21. Las sales son depositadas en la fosa de purgas que se muestra en la figura 22.

2.3.3.- LINEA DE AGUA SUAVE, VAPOR Y CONDENSACION. EQUIPO SUAVIZADOR.

Como se ve en la figura 23, el agua tratada entra al TRCo.; el agua cruda proveniente de los tanques de asbesto del cuarto de U.M.A., del 4^o nivel llegan al equipo suavizador de agua en sótano, a una presión de 2 Kg/cm². Sólo una de las columnas debe estar en operación y cuando esta se agota, deben cerrarse las válvulas de admisión de agua cruda y salida de agua suave para ponerse en operación la otra columna.

En la columna suavizadora, se cambian iones calcio y -- magnesio por iones sodio, los que no provocan incrustación. El agua ya suavizada entra al TRCo. por la válvula de flotador. En el supuesto como de que ninguna de las dos columnas pudieran dar servicio, la válvula compuerta normalmente cerrada (N.C.) que se indica en la figura 23, puede abrirse -- con el fin de alimentar el TRCo., lo cual es un caso muy ex-

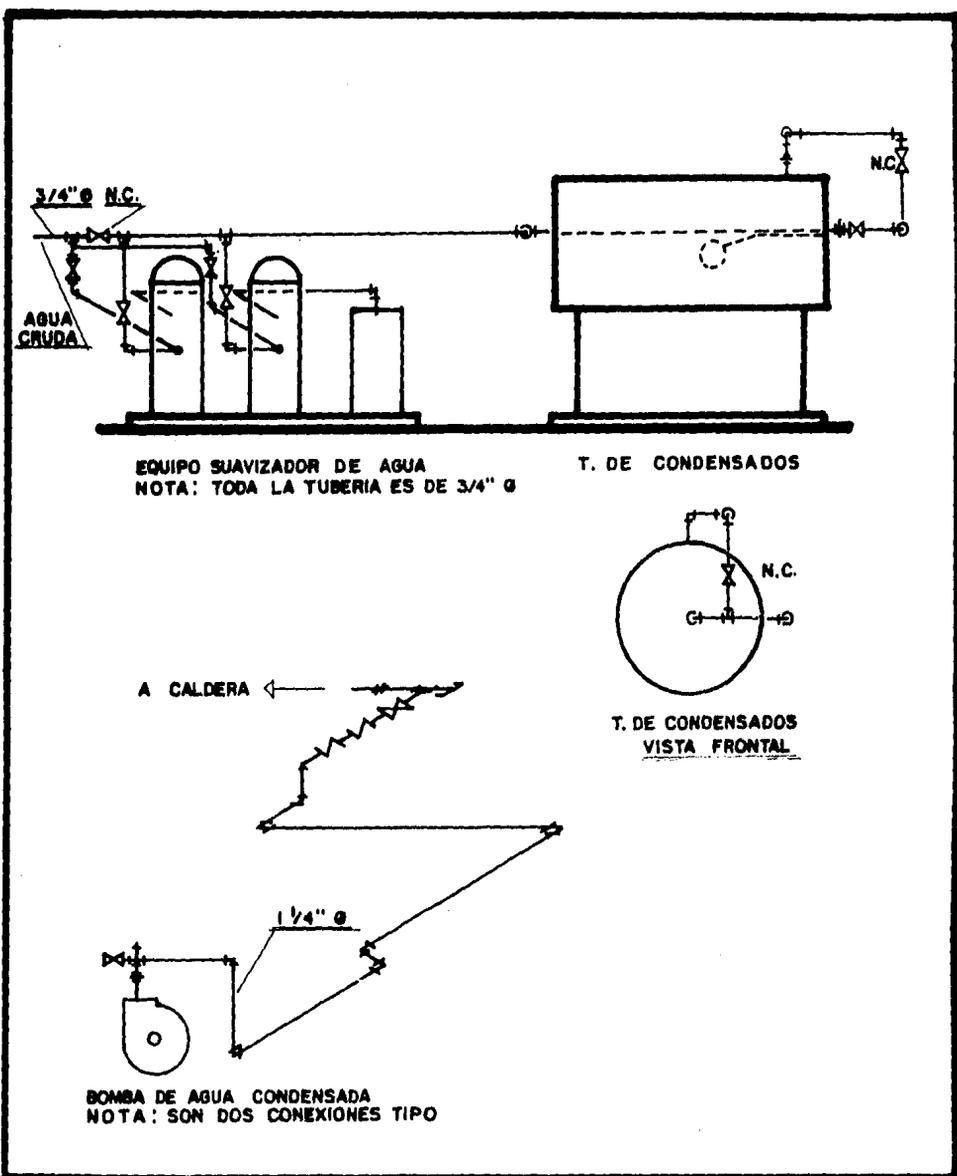


FIGURA 23

LINEA DE AGUA SUAVIZADA

tremo y que presenta emergencia por generar vapor para el sistema. Esta válvula se encuentra junto a las columnas.

El agua suave se mezcla con el condensado en el TRCo., y de ahí es bombeada a las Calderas para la producción de vapor. Antes de entrar al TRCo., el agua puede también suministrarse por la parte superior del TRCo., abriendo la válvula compuerta, marcada como NC en la figura 23, y que se localiza junto al -- TRCo.

Saliendo del TRCo., el agua pasará por un filtro antes de entrar a la bomba de tipo turbina. La presión de descarga de las bombas pueden medirse colocando los accesorios y manómetros necesarios, en donde hay una válvula compuerta a la descarga de las BACo.

Al entrar en la caldera el agua pasa por dos válvulas de retención y por una válvula compuerta, ésta es preferible cerrarla por las noches al parar el sistema de A.A.

Las válvulas de retención impiden que el fluido que haya pasado a través de éstas retorne. Por tal motivo a la descarga de las calderas, en la línea de vapor, se encuentran montadas válvulas de retención; una en cada caldera.

El vapor entra al cabezal general de vapor de donde también es suministrado a los servicios.

Para regular el flujo de vapor a la entrada del cabezal de vapor, se encuentran montadas dos válvulas de globo 6" ϕ , una por cada caldera.

A la salida de los servicios, se encuentran instaladas - válvulas de compuerta. Los servicios son para las dos U.A., y

para el I.C. El cabezal tiene además pendiente hacia el lado donde se encuentra el retorno de condensados del 1º.

La cantidad de vapor que debe entrar a la sección generador de las U.A., es regulada por la válvula de control de dos vías; asimismo la cantidad de vapor que requiere el I.C., para calentar el agua, es controlada por la válvula de control de dos vías montadas en el desvío (By-Pass). La cantidad de vapor que requiere el I.C., también se puede regular manualmente con la ayuda de la válvula de globo y los manómetros -- dispuestos a la entrada y salida del desvío.

Este desvío (By-Pass), tiene el orden que se ve en la siguiente figura.

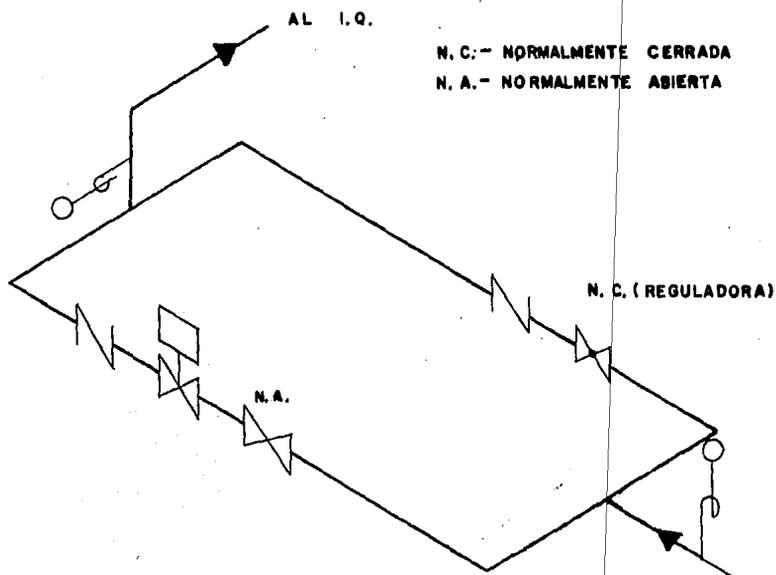


FIG. 24.- DESVIO DE VAPOR DE LA VALVULA AUTOMATICA DE DOS VIAS, DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Al salir el condensado del intercambiador de calor entra al desvío de la trampa de vapor. El arreglo general para las trampas de vapor, ya sea del tipo flotador o termodinámicas, se muestra en la siguiente figura. 25.

La finalidad de las "Trampas de Vapor", es evitar que el vapor regrese al TRCo., ingresando para élle mezclado con agua en las líneas de condensación. Este dispositivo tiene como objetivo fundamental, no permitir el pase de vapor para que este sea aprovechado al máximo por el equipo, ya sea un I.C. U.A., etc.

Las trampas de vapor pueden ser de varios tipos. Estas se clasifican de acuerdo a la siguiente agrupación:

- a) Grupo mecánico; Operan de acuerdo a la diferencia de peso - específico entre el condensado y el vapor - mediante un mecanismo como el flotador; figura 26.
- b) Grupo termostático; Estas abren e cierran de acuerdo a la temperatura de sus cuerpos.
- c) Grupo termodinámico; Se cierra a la alta velocidad del vapor pero abre frente a la menor velocidad - del condensado.

Como puede apreciarse en las figuras 24 y 25, los desvíos tienen como objetivo desmontar los equipos automáticos como -- válvulas de control de vapor, "Trampas de Vapor", etc., si estos se averían. Una trampa de vapor es un equipo automático, - ya que impide el paso de vapor, sin la intervención de un operario. En cambio, si la válvula automática de la fig. 24, o la

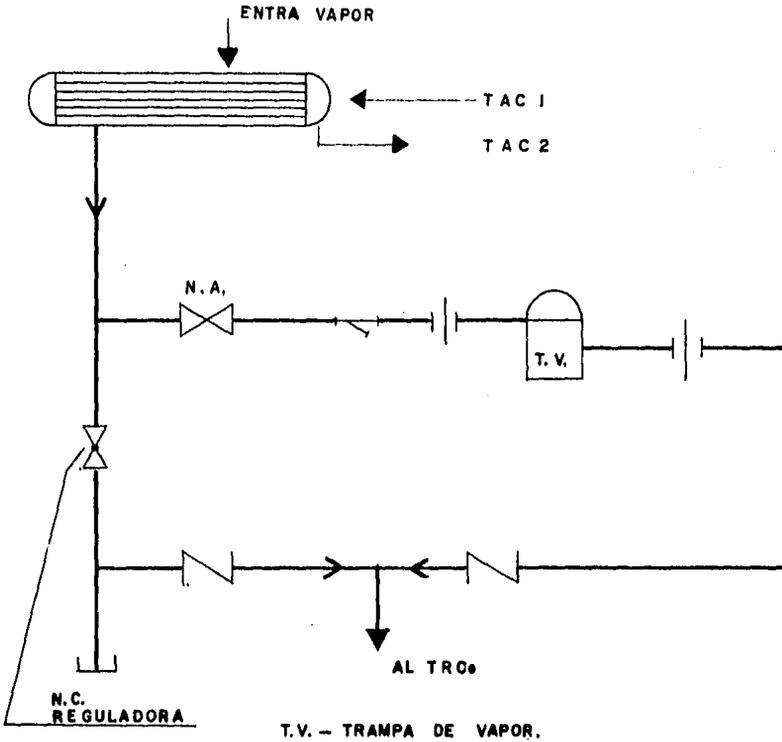
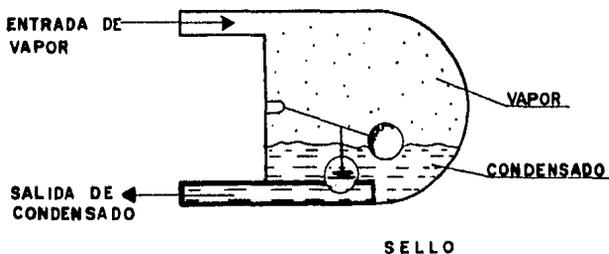


FIG. 25.- DESVIO (BY-PASS) TIPICO PARA TRAMPAS DE VAPOR.

trampa de vapor de la fig. 25, son desmontadas por hallarse -
descompuestas, lo que sucederá en que se requerirá de un opera-
rie que regule mediante manómetros y con la válvula de globo -
del desvío, la cantidad de vapor necesaria en el I.C., para --
producir agua caliente a la temperatura deseada, y en el caso
de la trampa, para regular el condensado mediante la válvula -
de globo de desvío.

Como se comentó con anterioridad, las válvulas de reten-
ción (comunmente conocidas como check), impiden el regreso del

fluido, y como puede observarse en las figuras 24 y 25, válvulas de retención se encuentran dispuestas de tal forma que si la válvula automática, o la trampa de vapor sea desmontadas, el fluido no puede salir de las tuberías; obviamente las válvulas indicadas como N.A., ahora serán N.C.



TRAMPA DE VAPOR TIPO FLOTADOR

FIG. 26.- AL DISMINUIR EL NIVEL DE CONDENSADO, SE CIERRA EL PASO Y EL VAPOR NO PUEDE PASAR.

En las U.A., a la salida de las secciones generador, se tienen desvíos con trampas de vapor del tipo flotador. Del mismo tipo se tiene a la salida del I.C.

En la recepción de condensado del cabezal general de vapor, y a la entrada de las válvulas de control de las U.A., se encuentran desvíos con trampas del grupo termodinámico.

Las trampas del grupo termodinámico, se encuentran montadas en tuberías de $3/4"$ \varnothing y las del tipo flotador en tubería de $1 1/4"$ \varnothing .

Todo el condensado regresa al TRCo., de donde mezclado con agua suave, es nuevamente bombeado hacia las calderas, por las bombas tipo turbina.

Si por el ventee del TRCo., llega a salir vapor en exceso, es índice de que alguna trampa de vapor está fallando, lo que es más común que se presente en una del grupo termodinámico.

2.3.4.- LÍNEA DE DIESEL Y GAS.

Desde la toma de la calle a los tanques de combustible, y de estos a las calderas, se representa en las figuras 27 y 28.

La tubería de "llenado" es de $2"$ \varnothing , con válvula de compuerta a la entrada de cada tanque de combustible con el fin de llegar solo el que se desea.

Los tanques de combustible son de sección elíptica, con un volumen nominal de 7,500 litros cada uno, registre pasahombre para limpieza, medidores de nivel con válvulas que permiten su desmontaje, ventilación, extracción, retorno, llenado y purga. Están montados sobre una base con pendiente del 2% hacia purgas.

La línea de alimentación es de $1/2"$ \varnothing , y la de retorno es de $1/2"$ \varnothing a la salida de la C-1, aumentando su diámetro a $3/4"$, al unirse al retorno de diesel de la C-2.

En caso de que se presenten fugas en las líneas de succión e retorno de diesel es preciso vaciar el restante y probar con aire a presión. Todas las pruebas deberán durar no menos de una hora.

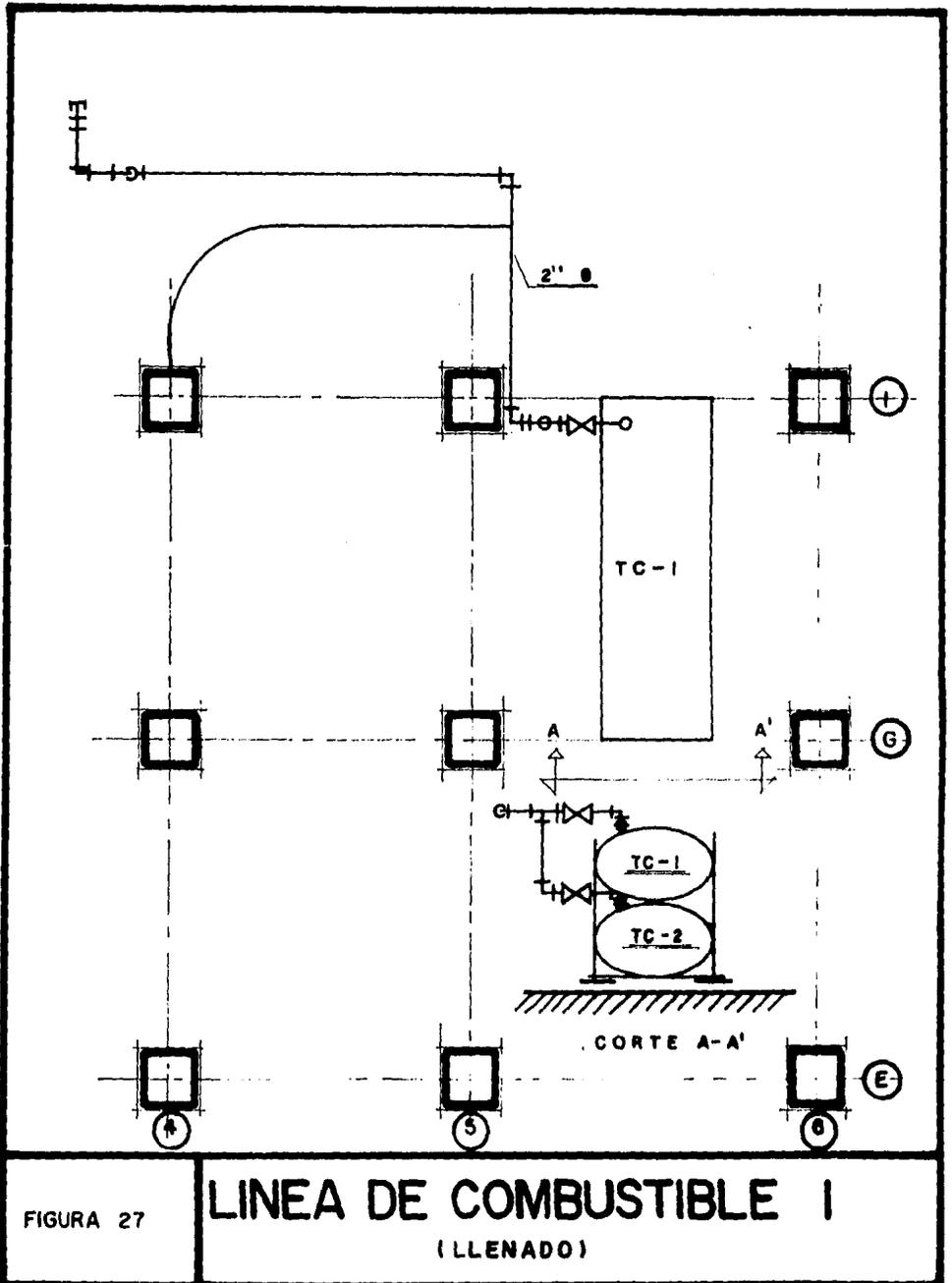


FIGURA 27

LINEA DE COMBUSTIBLE I
(LLENADO)

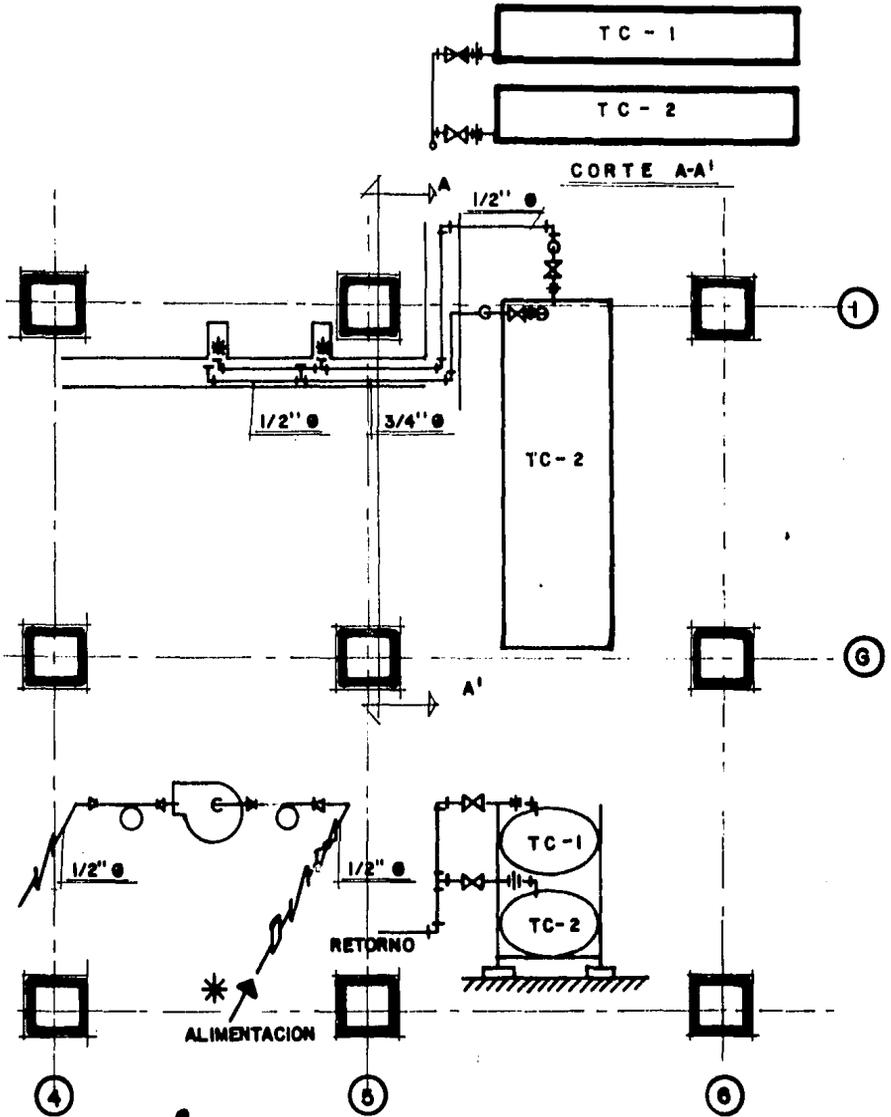


FIGURA 28

LINEA DE COMBUSTIBLE 2

(ALIMENTACION Y RETORNO)

Para el encendido del piloto de gas, se encuentra instalado en la terraza de 2° nivel, un tanque estacionario con capacidad de 500 litros. La presión a la entrada del piloto sin regulador de presión de gas, es de 8 onzas/pulgada².

El regulador localizado debajo del cabezal de vapor tiene un desvío mediante una válvula de globo. El resorte solicitado por los técnicos de Mollellan es para una presión de 10 a 20 - pulgadas de columna de agua.

No olvidar la revisión de las líneas de gas continuamente, así como la cantidad de gas contenida en el tanque.

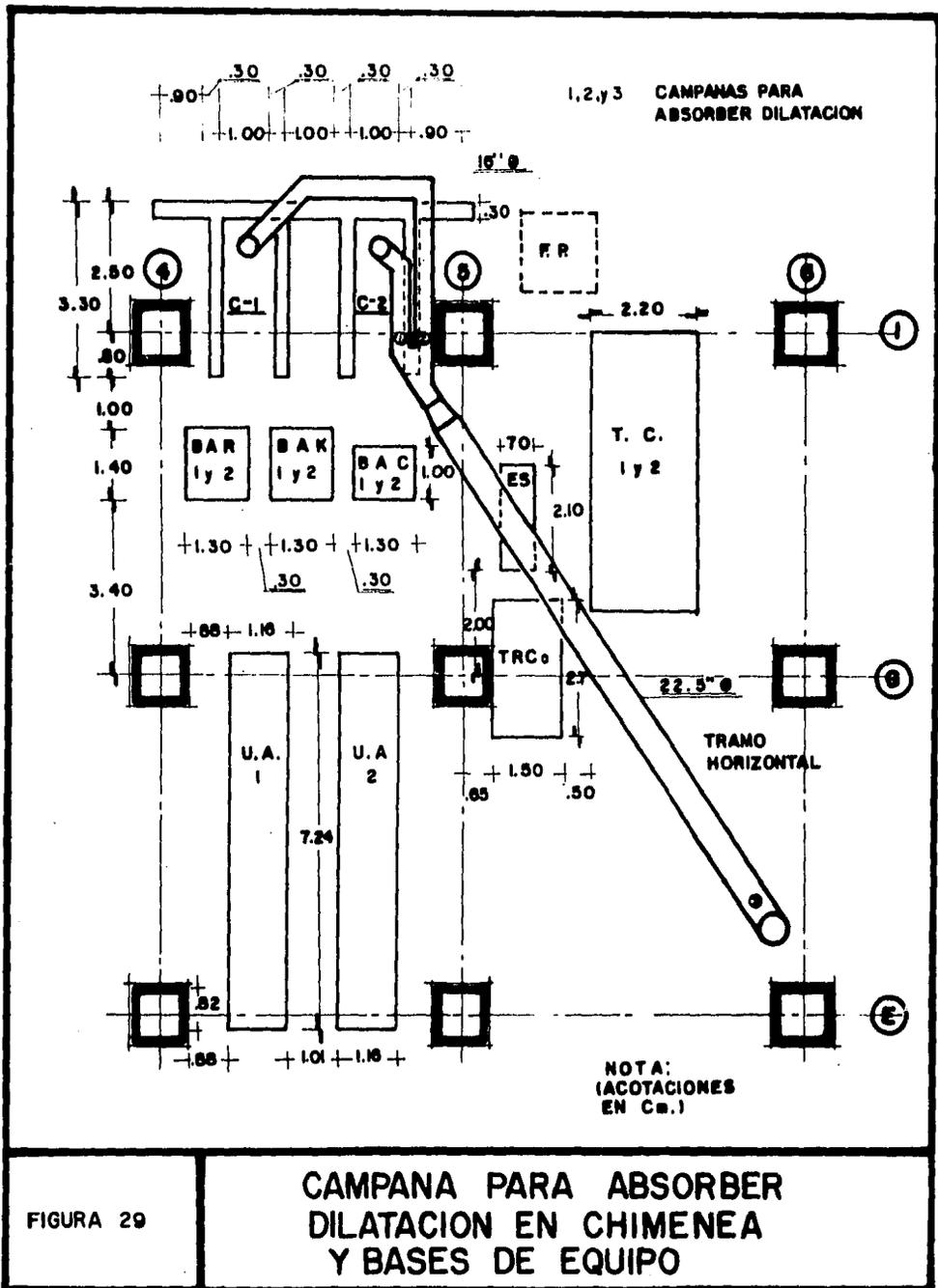
2.3.5.- DESFOGUE DE GASES.

La trayectoria de la chimenea en sótano, pueda verse en la figura 29, y los detalles en las figuras 30 y 31.

La chimenea está fabricada con lámina negra cal. 12. En la trayectoria horizontal (sótano), tiene dos capas de pintura aluminio alta temperatura, una colcha de fibra de vidrio blanca de 3" de espesor armadas con metal desplegado y malla de -- alambre flejado con fleje de 13 mm. y grapas, acabado duro con cemento monolítico, refuerzo con malla de alambre y una capa impermeable. En el tiro propiamente dicho, sólo está pintado con dos manos de aluminio alta temperatura y remate del sombro re en negro.

En el tramo horizontal se cuenta con dos "campanas" para absorber dilatación, en las conexiones de 16" \emptyset , al tubo de -- 22 1/2" \emptyset . Y otra "campana" de 22 1/2" \emptyset , antes de llegar al - tiro.

En la base del tiro se tiene un tapón macho para dren, y -



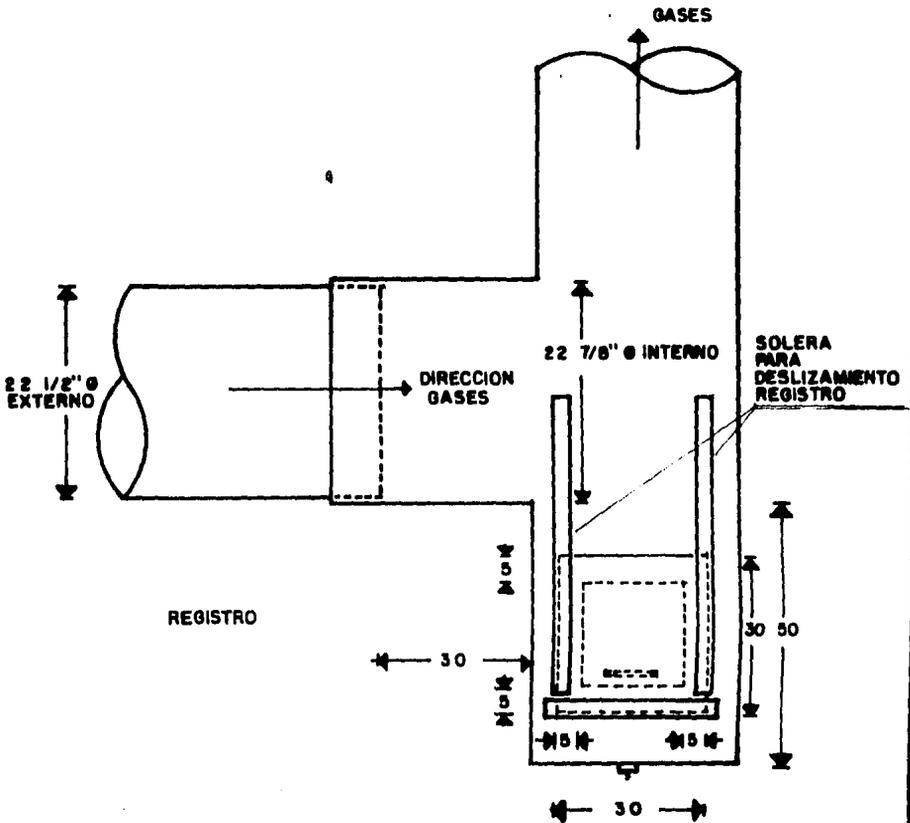
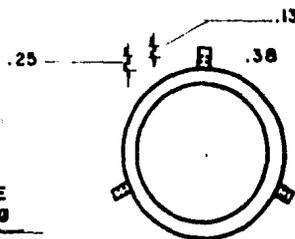
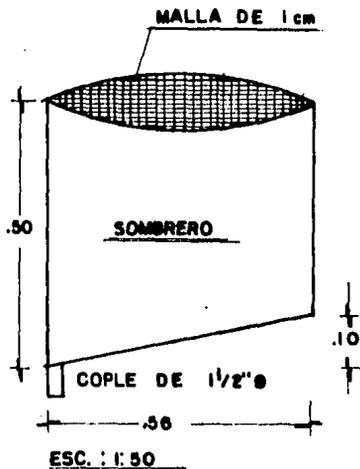
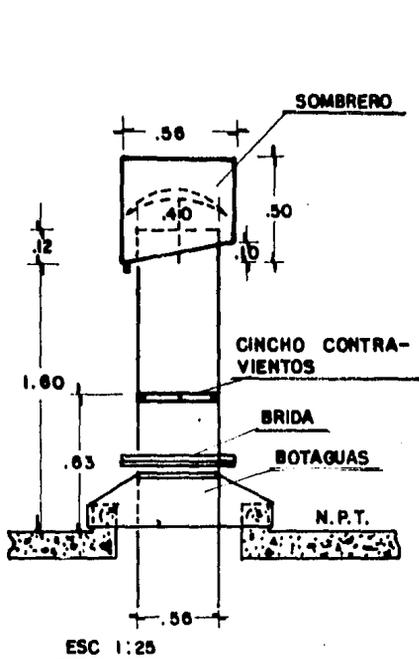
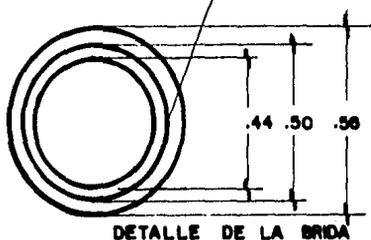


FIGURA 30

**CAMPANA PARA ABSORBER
DILATACION EN CHIMENEA
SOTANO Y REGISTRO**



6 TALADROS IGUALMENTE
ESPACIADOS DE 5/16" Ø



CINCHO PARA CONTRAVIENTOS
SOLERA DE 1" 13/16"
(SIN ESCALA)

NOTA :
TACOTACIONES
EN mts.)

FIGURA 31

DETALLE SOMBRERO CHIMENEA EN AZOTEA

bridas con empaque.

Hacia arriba a escasos 1.5 m aproximadamente de las bridas, está la reducción de 22 1/2" \varnothing a 16" \varnothing .

Las campanas del tiro se encuentran a la altura de los niveles 8° y la segunda anterior al ler. code 45° de abajo hacia arriba, en el nivel 18°.

Los registros para limpieza e inspección, se encuentran en los niveles 7°, 11° y 15°, a 1.65 m. S.N.P.T. El tiro sube por dentro de un ducto de tabique, ubicado este en el cuarto de limpieza.

En azotens el agua que pudiera caer dentro del sombrero, se colecta por la pendiente de éste que es de 10,12°

Las bridas en esta sección, se encuentran por arriba del botaguas.

2.4.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AIRE.

El objeto de generar agua refrigerada en las U.A., y agua caliente en el I.C., es para hacerla llegar a los serpentines de las U.M.A., en donde el aire que los atraviesa debe ganar - y/o ceder calor sensible para obtener la temperatura de diseño en esta sección.

2.4.1.- UNIDAD MANEJADORA DE AIRE.

Este equipo es el encargado de suministrar el aire recuerrido a las áreas acondicionadas e que necesitan confort. Cuenta para ello de sección de filtros, sección ventilador, sección serpentines, y sección de compuertas.

Como se mencionó anteriormente, en este equipo el aire es procesado para dar las condiciones adecuadas en las áreas acondi

ciomadas.

En el edificio, el cuarto de U.M.A., actúa como una caja de mezcla ya que el aire de retorno se combina con el aire exterior, que entra por la rejilla de paso en el muro que da hacia el exterior.

Anterior a la "sección ventilador" se inicia el filtrado de aire. El ventilador se encuentra montado sobre una base antivibratoria con el fin de no transmitir movimientos a determinada frecuencia que puedan dañar la estructura del edificio.

En la sección de serpentines el aire es enfriado y/o calentado, para posteriormente mezclarse en los porcentajes señalados por el equipo de control.

Todavía arriba de esta sección, hay compuertas para control de temperatura, por zona.

Como puede apreciarse en la figura 32, al girar el eje en el sentido indicado, en un giro de 90° de la compuerta de aire caliente dejaría pasar el 100 % de aire caliente.

En la instalación real, el giro hacia el 100 % de aire caliente debe darse en el sentido de las manecillas del reloj indicando por la leva. No así en todas las zonas pero si la gran mayoría, pues al menos en promedio las zonas 1 a 8, deben dar este giro.

Las U.M.A., se complementan con varios equipos de control como los dibujados en la fig. 32. Pero además del modulador o motor modulante acoplado a las compuertas, se tiene moduladores para las válvulas de tres vías de A.C. y A.R., de las que se dan especificaciones en los incisos 2.5 a 2.5.2.

.4.2.- REDES DE DUCTOS Y DIFUSORES.

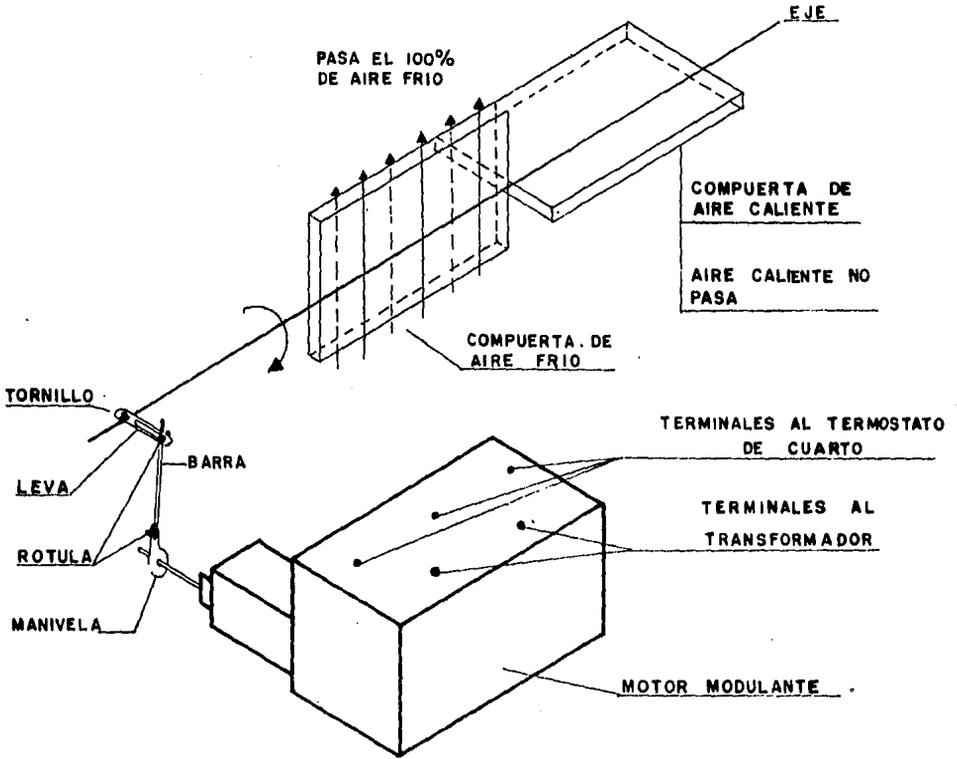


FIG. 32.- MEZCLA DE AIRE EN UNA ZONA DE LA SECCION DE COMPUERTAS DE U.M.A.

En la figura 33, se muestra una planta tipo con todas sus zonas. Estas en promedio son de diez por piso, con un promedio de 4 difusores por zona, mayores por lo general los de la periferia a los de las zonas interiores. En la periferia los difusores son de 12" x 12" y el interior de 6" x 6".

Los ductos son de sección rectangular, aislados con fibra de vidrio RF-3075 y papel bend-alum como barrera de vapor sellado en sus juntas.

En algunas partes hay codos rectos 90° con deflectores; estos generalmente se localizan a los costados de las vigas-ejes 4 al 11.- con el fin de saltarlas.

Para el balanceo de las zonas utilícese las compuertas de control de volúmen, cuya manivela se encuentra al lado opuesto de los metros medulantes acoplados a compuerta en las U.M.A., y los controles de volúmen de cada difuser. Debido a los problemas de espacio, en muchos casos estos últimos no pudieron colocarse.

Las zonas están indicadas con dyme, en la parte inferior de las bases de los modutroles y la correspondencia entre termostatos y ductos, puede verse en la fig. 33 para planta tipo, (5° al 18°).

2.5.- SISTEMA DE CONTROL.

En la fig. 34 se pueden apreciar esquemáticamente, todas los equipos de control que intervienen en el proceso de acondicionamiento de aire en las U.M.A.

Posteriormente al control para aire y agua en U.M.A., se tratan las demás variables a controlar en el sistema de A.A.

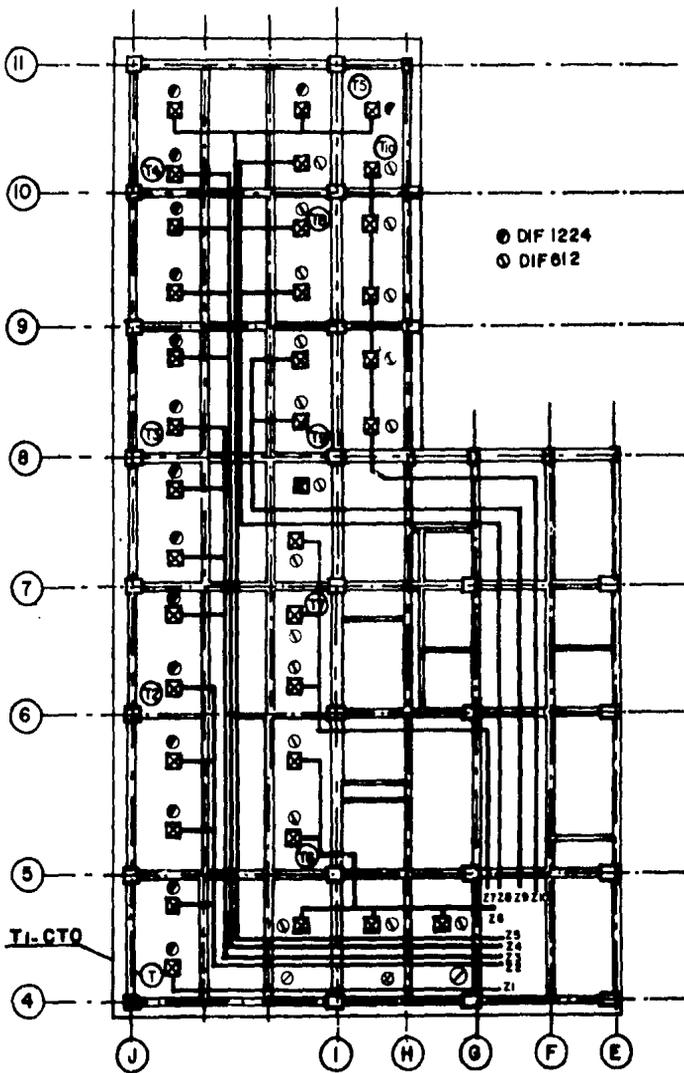


FIGURA 33

ZONIFICACION DE LA RED DE DUCTOS PARA PLANTAS TIPO (5: AL 182)

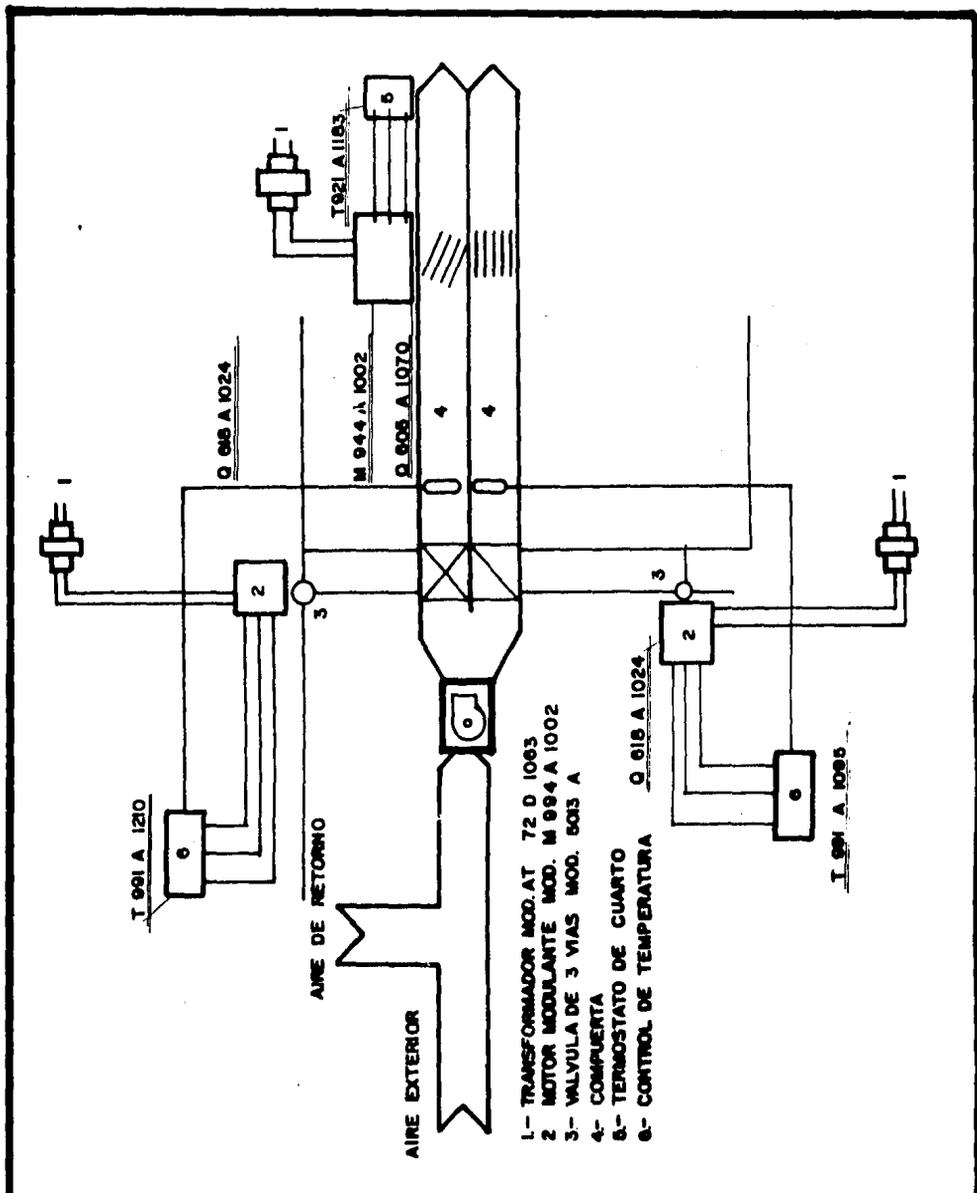


FIGURA 3 4

DIAGRAMA DE CONTROL PARA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

2.5.1.- CONTROL DE TEMPERATURA DE AIRE, (U.M.A.).

En la figura 34 aparece el termostato, que envía la señal eléctrica al motor modulante, para accionar las compuertas mostradas en la figura 32. Este termostato posee un sensor que actúa mecánicamente un potenciómetro y es de este - de donde parte la señal al modutrol.

En un extremo del termostato puede ajustarse la temperatura deseada en el cuarto, y por la cara frontal puede leerse la temperatura real del lugar con el termómetro.

Además para este control, el motor modulante, necesita de un transformador ya que trabaja a 24 v. El transformador es de 220 v. en el primario y de 24 v en el secundario. Para accionar el eje que se ve en la figura 32, el modutrol - necesita de piezas tales, como barras, levas, rótulas, etc., a las cuales en un conjunto se les llama acoplamiento.

Resumiendo el control de temperatura de aire consta de; por cada zona.

- 1.- Termostato de cuarto mca. Honeywell mod. T921A1183.
- 2.- Motor modutrol mca. Honeywell, mod. M944A1002.
- 3.- Acoplamiento para compuerta mca. Honeywell mod. Q605A1070.
- 4.- Transformador mca. Honeywell, mod. AT72D1063.

2.5.2.- CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA REFRIGERADA Y CALIENTE, --- (U.M.A.).

En las tuberías de alimentación y retorno de A.R. y A.C.

instaladas en cada U.M.A., se encuentran montadas válvulas de tres vías.

La función de estas es de suministrar de A.R. y/o A.C., a los serpentines de las U.M.A., en las cantidades que sean demandadas. Estas funcionan como se ve en la figura 35 y también aparecen en la figura 34.

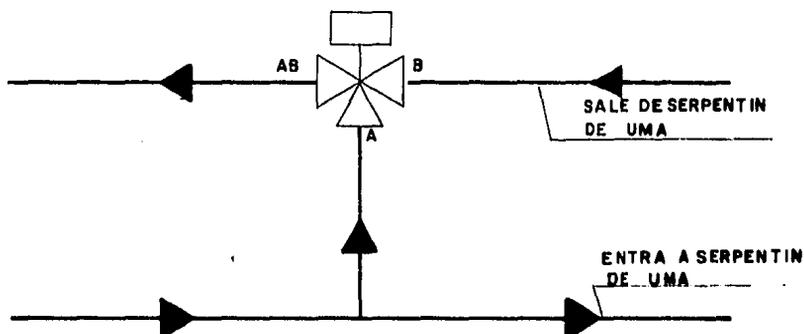


FIG. 35.- VALVULA DE TRES VIAS.

Cuando el acoplamiento indica cerrado, el puerto en A está cerrado por lo que el agua entra al serpentín de la U.M.A. y entra a la válvula de tres vías por el puerto B y sale al retorno inverse por el puerto AB.

Cuando está abierto el puerto A, el puerto B no permite el pase de agua, entonces se dice que el agua se desvía y no entra

al despertar de la U.M.A. Es cuando no hay demanda de agua refrigerada o caliente.

Los equipos que integran este sistema de control de temperatura de A.R. y A.C. son:

- 1.- Control de temperatura mca., Honeywell mod. T991A1095 (para A.R.).
- 2.- Idem, pero mca, Honeywell mod. T991A1210, (para A.C.).
- 3.- Válvula mca, Honeywell, mod. V5013A, una para A.C. y otra para A.R.
- 4.- Accionamiento para válvula mca, Honeywell mod. Q618A1024, una para A.C. y otra para A.R.
- 5.- Transformador mca, Honeywell mod. AT72D1063.
- 6.- Meter modulante mca, Honeywell mod. M944A1002.

Los equipos de control descritos anteriormente, en los incisos 2.5.1 y 2.5.2., se montan en líneas y compuertas o en las U.M.A.

2.5.3.- CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA DE CONDENSADOS, (T.E.)

En la figura 36 se presenta el diagrama eléctrico de control de los ventiladores de las torres de enfriamiento. Estos arrancan y paran de acuerdo a la temperatura de A.K. Dicha temperatura por diseño debe ser a la entrada de la sección absorbedor de las U.A., de 75° F y a la salida de la sección condensador de 98° F. De esta manera los técnicos de Carrier recomiendan que la temperatura del A.K., se controle entre los 70° F y 80° F a la entrada de las secciones absorbedor. Dicho de otra manera, los controles de tempe-

T E - TORRE DE ENFRIAMIENTO

MOD T 676 A 1185

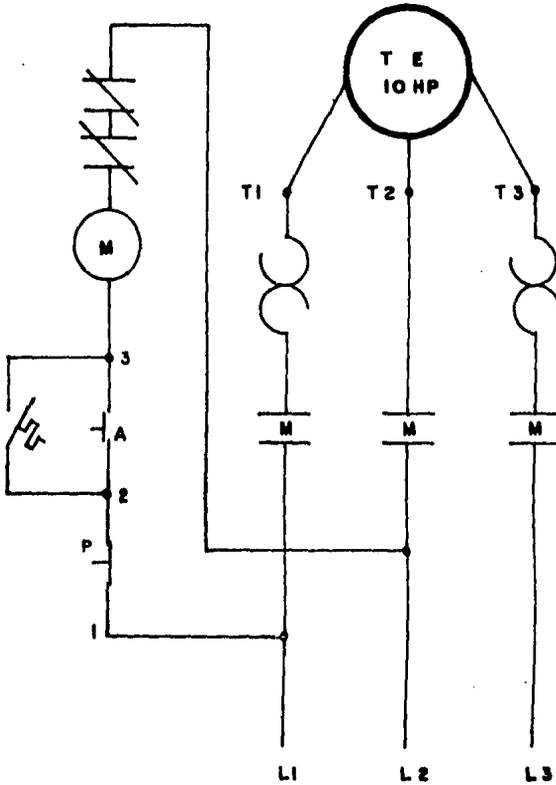


FIGURA 3 6

CONTROL PARA TORRE DE ENFRIAMIENTO
ARRANQUE Y PARO POR TEMPERATURA
AUTOMATICO Y MANUAL

ratura de las T.E., localizadas en el cabezal de succión de las B.A.K. pueden ajustarse a 75°F .

De esta forma los ventiladores de las T. E. deberán cortar aproximadamente a los 70°F y arrancar a los 80°F .

En la figura se puede observar como entre los puntos 2 y 3, está conectado el control de temperatura, puenteando el botón de arranque de estación de betones. Al alcanzar la temperatura aproximada de 80°F en A.K., el control de temperatura cierra, energizando la bobina del arrancador la cual cerrará los contactos pasando por estos la energía eléctrica y por los elementos térmicos de protección, para así llegar al motor y accionarlo.

2.5.4.- CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA CALIENTE, (I.C.).

En la fig. 37, se representan esquemáticamente los controles que intervienen para obtener automáticamente una temperatura de 180°F , (82.14°C), a la salida de agua caliente del I.C. En la misma figura se encuentra el diagrama eléctrico de control.

El control de temperatura que es de mod. T991A de Honeywell, envía la señal al motor modulante, el cual acciona la válvula de dos vías para que por esta circule más o menos vapor según sea la temperatura de agua caliente a la salida del I.C.

Mientras no se energice el motor modulante, el vapor no entrará al I.C. La energía para actuar al medutrol proviene de las terminales T_1 y T_2 del arrancador de las bombas de agua caliente (BAC-1 y 2). Esto quiere decir que si ninguna de las bombas está operando y por lo tanto no hay circulación de A.C., el medutrol no trabaja y por consiguiente el vapor no entrará al I.C.

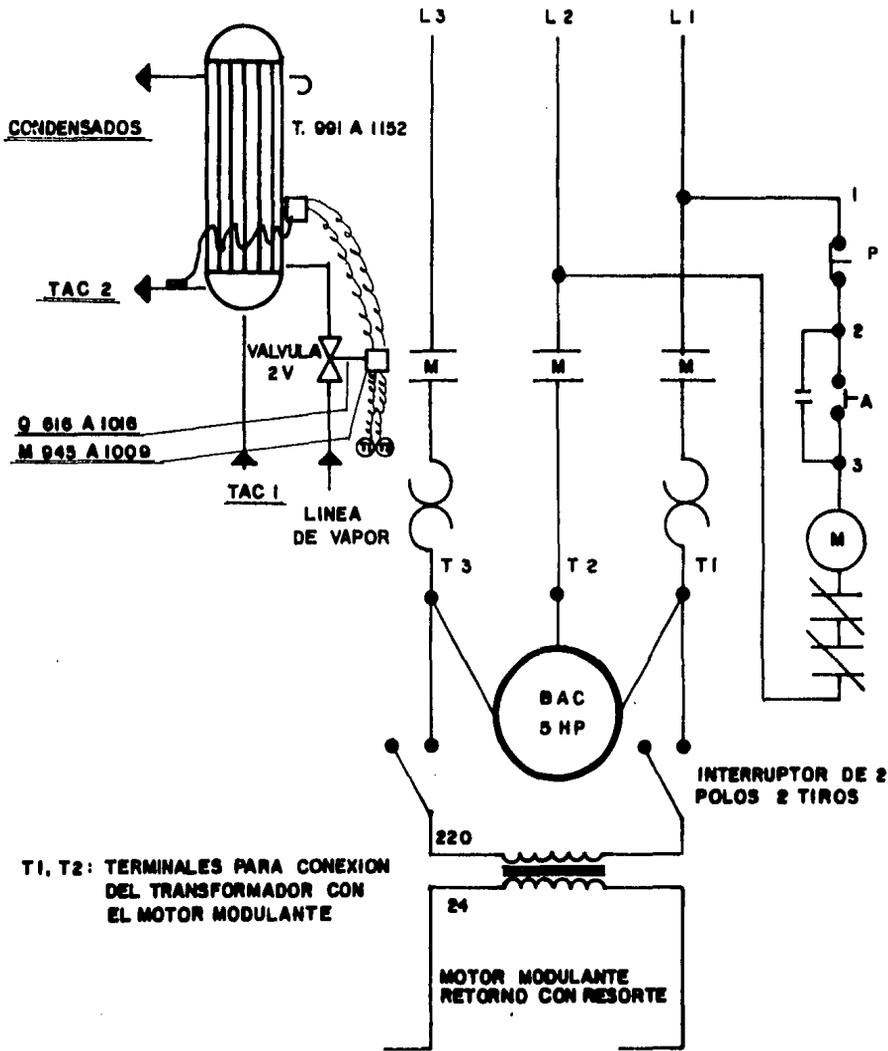


FIGURA 37

CONTROL PARA VALVULA DE ADMISION DE VAPOR DE BYPASS INTERCAMBIADOR DE CALOR

En la figura 38, se muestra la colocación de un interruptor de dos polos y dos tiros con el cual se puede energizar el medutor de la válvula de dos vías para controlar el gaste de vapor.

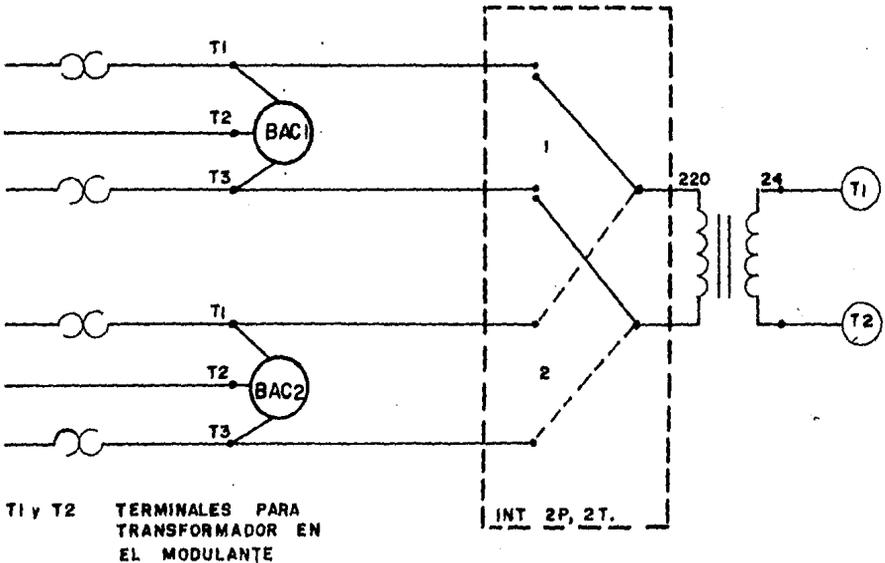


FIG. 38.- CONEXION PARA SUMINISTRO DE ENERGIA AL MOTOR MODULANTE DE LA VALVULA DE DOS VIAS, EN EL I.C.

En la figura 38 se marca con un rectángulo de línea punteada, el interruptor de dos polos, dos tiros; como puede apreciarse en esta figura, en la posición uno, el interruptor está por cerrarse para tomar energía de las terminales T₁ y T₃ del arrandor de la BAC-1. En la posición 2 con la línea punteada, el inte

ruptor estaría tomando energía de la BAC-2. Sólo puede tomar energía de una bomba. En el caso de que la bomba a la cual en té conectada el modutrol, corte por sobrecorriente o algún -
otro motivo, el modutrol también se desenergizará y cerrará -
mediante la válvula el paso de vapor al I.C.

El modutrol cierra si se desenergiza, ya que posee un re-
sorte que le fuerza a cerrar en cuanto no le llega energía.

La modulación la logra con ayuda del control de temperatu-
ra. La válvula de 2 vías debe tener un CV=63.

2.5.5.- CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA REFRIGERADA (U.A.), e INTERRUPTORES DE FLUJO EN A.R., Y A.K.

Como se mencionó en el inciso 2.1.1., en que se trató el -
ciclo de absorción, las variables a controlar son entre otras -
los flujos de A.R. y de A.K., así como la temperatura de salida
de A.R.

Los interruptores de flujo tienen como objetivo parar la -
U.A., cuando el flujo no existe. Estos interruptores físicamen-
te se encuentran en la tubería que sale de los cabezales de --
descarga de las B.A.R. y de las B.A.K. Son estos mca. Mc. Donell
and Miller, mod. FS7-4.

En relación con la temperatura de salida de A.R., es la -
cantidad de vapor que entra a la máquina.

Las conexiones eléctricas se pueden apreciar en el diagra-
ma de control de las U.A., que se anexa en el tablero de las má-
quinas.

2.6.- SISTEMA DE EXTRACCION.

Este consta de dos ventiladores centrifugos y 37 axiales.

El primer ventilador centrifugo de extracción marcado como el VE-1, se encuentra en el sótano para la extracción de gases de automóviles y maquinaria. Este es mca. Arnee tipo A, tamaño 33 clase 1 E.S.

Los ventiladores axiales trabajan en conjunto con el ventilador centrifugo ubicado en la azotea. Los primeros extraen los malos olores de los baños generales (ejes 5-6; H-I) hacia el ducto sanitario. El ventilador centrifugo extrae a su vez el aire viciado contenido en el ducto sanitario. En P.B., se encuentra un solo ventilador axial con 3 rejillas de extracción para baños de mujeres y hombres. Del 1° al 18°, se cuenta con dos ventiladores por piso y 3 rejillas por baño. Únicamente -- en el nivel 17 en donde la división de baños es distinta hay 6 rejillas para 3 baños, sin embargo el volumen a manejar es el mismo.

Los ventiladores axiales son marca Arnee, mod. A-10. El ventilador centrifugo de azotea, es mca. Arnee tipo A, tamaño 44 1/2, clase 1, E.S.

2.7.- SISTEMA DE BOMBEO.

Originalmente el sistema de bombeo está proyectado para tener una bomba de reserva en cada circuito. Así, se tienen dos bombas de A.R., dos de A.K. y dos para el A.C.

Sugerimos que se alterne la operación de estos equipos, para que el desgaste sea homogéneo. De igual forma chéquense

el gasto real manejado por cada unidad y ajústese al valor del diseño.

Lo anterior puede verificarse con las curvas de las bombas, la ΔP de los manómetros de succión y descarga, contra el aspena je consumido por el meter.

2.8.- INSTALACION ELECTRICA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

En las figuras 39 y 40, se muestran los diagramas eléctricos completos de la instalación de aire acondicionado.

Los tableros generales para el suministro de energía a las U.M.A., se encuentran en sótano al igual que para el cuarto central de máquinas.

Recuérdese que la U.M.A. No. 1 y la 2, están en el cuarto del 1er. nivel. La U.M.A. No. 1 dá servicio a P.B., y la U.M.A. No. 2 al 1er. nivel.

Los tableros secundarios de distribución se encuentran en los niveles 1^o, 6^o, 11^o, y 16^o; del tablero del 1er. nivel se su ministra a las UNAS No. 1 a 4, del tablero del 6^o nivel a las UNAS No. 5 a 9 del ubicado en el 11^o nivel a las UNAS No. 10 a 14 y del piso 16 a las UNAS No. 15 a 19.

En los tableros de cada U.M.A., están montados un interrupter y un arrancader para el servicio de aquella. Estos últimos - interruptores termomagnéticos, tienen la finalidad de suministrar energía al sistema de control y de proteger lógicamente al meter, sin embargo cumple también la función de desenergizar la U.M.A., cuando se le dá servicio, sin el riesgo de que los operarios sufran accidentes por descuido de otros.

220/3/60
16º NIVEL

220/3/60
11º NIVEL

220/3/60
6º NIVEL

220/3/60
1º NIVEL

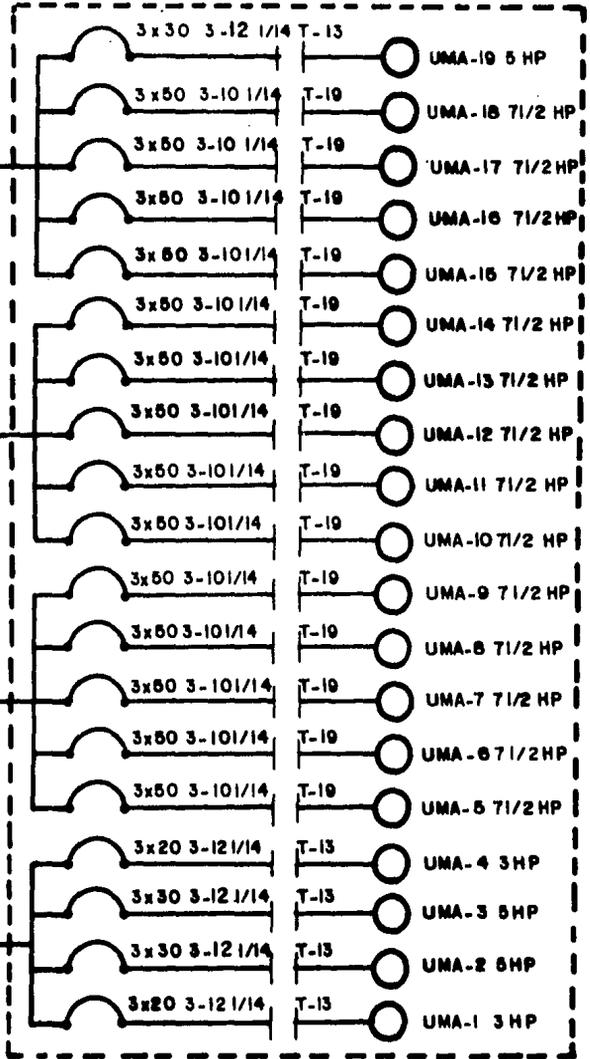


FIGURA 39

INSTALACION ELECTRICA DE U.M.A., DEL SISTEMA DE A.A

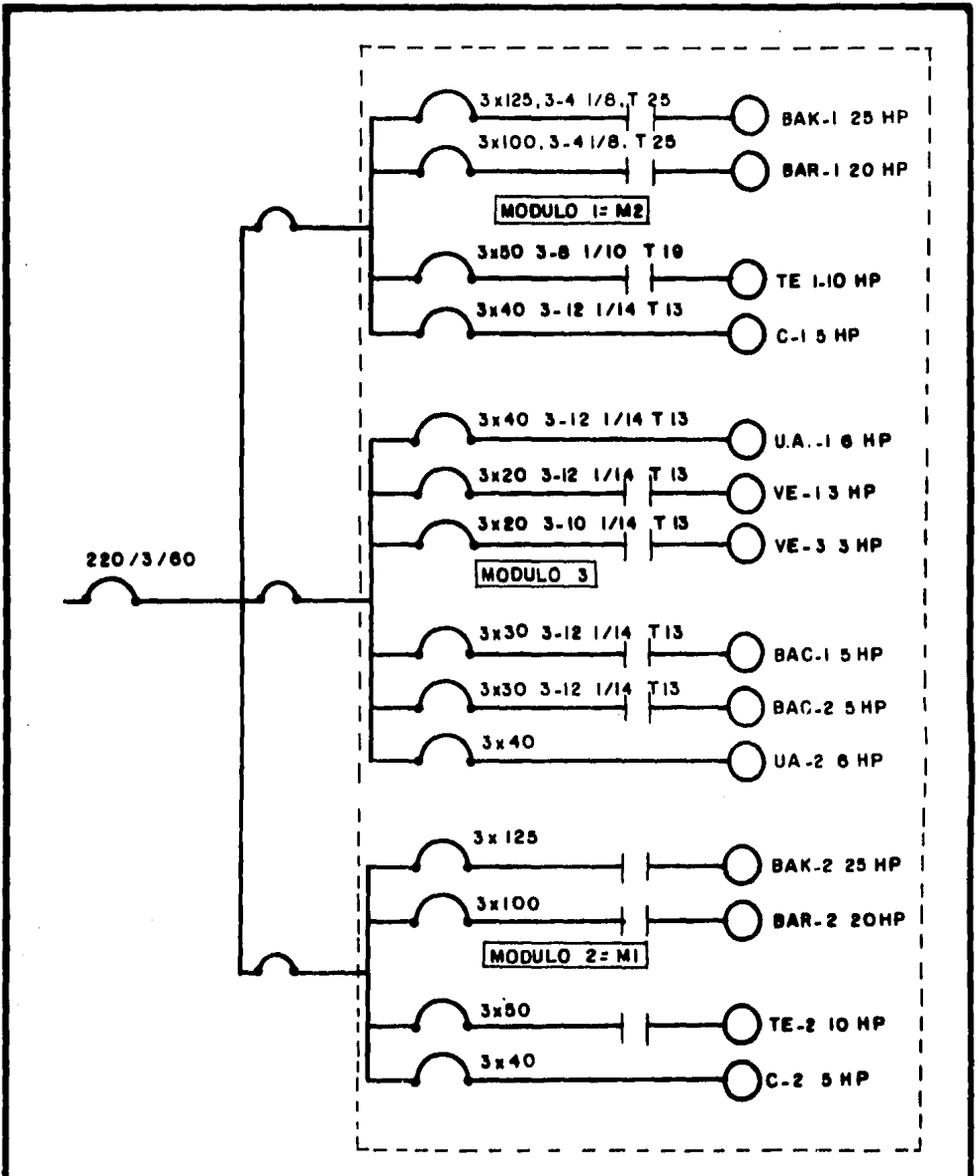


FIGURA 40

**INSTALACION ELECTRICA DE
CUARTO CENTRAL DE MAQUINAS
DE AIRE ACONDICIONADO**

En la fig. 41 se muestran los arreglos de tableros de los equipos del cuarte central de A.A.

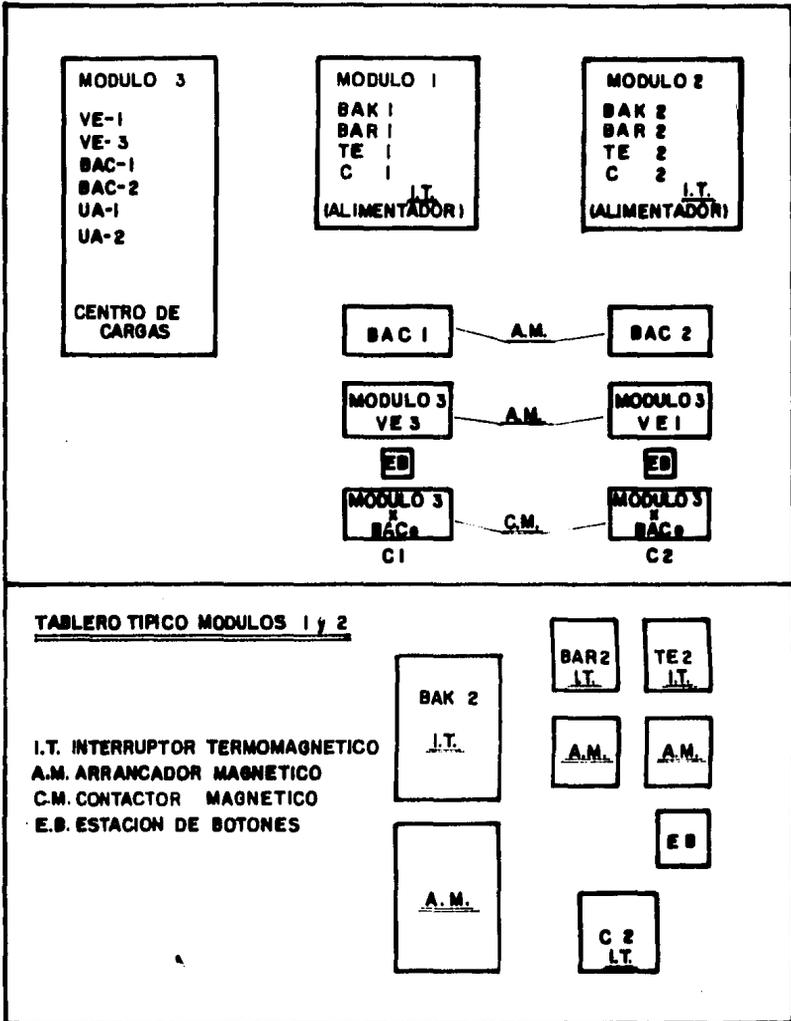


FIGURA 41

UBICACION DE EQUIPOS ELECTRICOS

CAPITULO 3

3.- GENERALIDADES SOBRE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

En esta sección se explica brevemente, la forma y la secuencia en la que debe operarse el sistema de aire acondicionado, con el fin de que todas las partes funcionen adecuadamente y tengan mayor tiempo de vida. Asimismo se dan los principios elementales de mantenimiento de aquéllos equipos que son más similares, ya que en el caso de las U.A., el manual de mantenimiento del fabricante proporciona toda la información necesaria.

3.1.- ARRANQUE DEL EQUIPO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

Una vez identificados todos los equipos, conociendo su localización, funcionamiento, así como los objetivos que cumplen dentro del sistema; la operación y el mantenimiento se facilitan.

El arranque puede efectuarse del siguiente modo:

- 1.- 6:30 A.M. : Realice los tratamientos químicos diarios necesarios en las torres de enfriamiento.
- 2.- 6:30 A.M. : Arranque de calderas. Las válvulas generales de globo del cabezal deben permanecer cerradas.
 - a) Abrir las válvulas de admisión de agua a las calderas.

- b) Abrir las válvulas de admisión de combustible a las calderas totalmente. Estas válvulas están a la entrada de calderas.
- c) Abrir totalmente las válvulas de admisión de gas.
- d) Revisar el nivel de agua (5 cm). Hasta este punto el interruptor del quemador en la caja de controles está en la posición apagado. Revise el nivel en el TRCo. Un buen nivel es a la mitad.
- e) Si el nivel es bajo, en el momento de suministrarle energía a la caldera con el interruptor termomagnético general, la BACo debe arrancar para subir este nivel. Espere a que este nivel sea adecuado (5 cm.). Al momento del suministro de energía también se encienden las luces piloto en la caja de controles.
- f) Si la caldera está fría, (p. ej. en lunes), coloque el interruptor de modulación, en la posición de "neutre". Pase el interruptor del quemador de la posición apagado a la posición encendido. Restablezca el control de nivel. - El quemador entonces debe arrancar, iniciándose el barrido, de gases.

El descrito sería un "arranque en frío".

Mantenga normalmente el interruptor de modulación, en la posición automático.

- g) En el arranque en frío, pasar la modulación "neutre" a la modulación "automático" a 0.5 Kg/cm^2 , aprox.
- h) Aproximadamente a 0.8 Kg/cm^2 , efectuar las purgas de la siguiente forma:
 - Purga de Fondos: Cada 6 hrs. o cada cambio de turno, abriendo la válvula de bola dunte 6 a 10 segundos, tres veces.
 - Purga de Superficie: Abrir y cerrar rápidamente la válvula de compuerta para purga de superficie. Purga superficial cada semana.
- i) Al llegar la caldera a 1 Kg/cm^2 y certande, abrir las válvulas de globo del cabezal para pasar a servicios. Las válvulas de compuerta de servicio, deben estar cerradas.
- j) Si la caldera falla por flama, revisar la fotocelda y sus conexions. Restablecer en el programader. Revisar el restablecedor del ventilador.
- k) Cuando el quemador opere, "por lo menos" una vez al día abrir la válvula de bola para purgar el control de nivel teniendo además presión la caldera. El quemador debe parar.

3.- 6:45 A.M.: Arranque de las B.A.K. y B.A.R. (verano), en invierno también la B.A.C. Checar la presión -

de las columnas, en los manómetros de succión.

4.- 6:45 A.M. Arranque de U.M.A. Los interruptores termomagnéticos de los niveles 1°, 6°, 11° y 16, pueden quedarse cerrados. Las U.M.A., se deben -- arrancar primero cerrando el interruptor termo magnético y posteriormente oprimiendo el botón de "arrancar" del arrancador.

5.- 7:00 A.M. Abrir las válvulas de compuerta de servicios a U.A., en el cabezal. Se deben abrir lentamente. Toda válvula que maneje vapor o cualquier otro fluido, bajo manipulación constante, debe operarse lentamente, su tiempo de vida será -- mayor.

En el caso de que maneje un fluido caliente, - se reducen los esfuerzos térmicos y los golpes de ariete.

En invierno también dar pase al vapor hacia - el I.C.

6.- 7:00 A.M. Arrancar simultáneamente las U.A. y las T.E. - Para arrancar las T.E. basta con cerrar el interruptor termomagnético y oprimir el botón de restablecer. Si la luz piloto no enciende - oprimir el botón de arrancar de la estación - de botones, al soltarlo se apagará. Con esta - operación se checó la luz piloto.

La T.E. debe arrancar por temperatura. Revisar que la válvula de flotador esté funcionando adecuadamente, y realizar las purgas --

continuas.

- Arranque de U.A.
- a) Anotar en la bitácora las temperaturas al arranque, y posteriormente por lo menos cada hora.
- b) Suministrar energía desde el interruptor termomagnético en el módulo.
- c) Purgar condensados por los filtros anteriores a la entrada de vapor al generador.
- d) Arrancar las U.A., desde los interruptores en tableros, checar los amperajes de las bombas de solución y refrigerante, checar el funcionamiento de las válvulas automáticas de admisión de vapor.
- e) En caso de que la U.A., no arranque, mueva el interruptor de restablecer en el tablero de la U.A. Si aún no arranca la U.A., cheque el flujo de A.R. y A.K. a través de la U.A. Energizado el tablero de la U.A., coloque los interruptores, en la siguiente posición:

Interruptor	Posición
Bomba de refrigerante.	Enc.
Bomba de solución .	Enc.
Control de capacidad.	Auto.
Ciclo de guarda T.M.	Auto.
Arranque-para-restablecer	Arr.

- f) Coloque todos los termómetros indispensables para llevar una bitácora ordenada y que proporcione la información suficiente cuando sea necesaria.
- g) Cuando en la bitácora una ΔT no es normal - puede ser signo de que haya incrustación. Recuérdese que la incrustación actúa como aislamiento.
- h) Efectúe purgas en U.A., aunque la luz indicadora no encienda, por lo menos una vez al día.

7.- 7:30 A.M. Arrancar el sistema de extracción, los VE-1 y VE-3, se arrancan desde el módulo 3. Los ventiladores axiales de cada baño, arrancan en cuanto se cierra el interruptor de la luz.

Se considera que mientras un operario arranca las calderas y el equipo de bombas, otro puede efectuar los tratamientos químicos y arrancar las U.M.A. Una vez realizado lo anterior entre los dos iniciar el arranque de las U.A., que comienza con la apertura de válvulas en el cabezal de vapor.

Una vez efectuando el arranque de todo el sistema, uno de los operarios debe subir a checar el funcionamiento correcto de T.E., U.M.A., de agua y aire de los pisos superiores.

El otro operario permanecerá en el cuarto central de A.A. todo el tiempo de su turno.

Es recomendable llevar una libreta en donde se anotan las bitácoras de temperatura, presiones, amperajes, etc., y servi-

cios preventivos efectuados a los equipos con el fin de anotar las anomalías que tengan los equipos de pisos superiores y los del cuarto central de máquinas. Estas anomalías deben informarse a la brevedad posible a los jefes en turno y anotarse para que los operarios de otro turno queden enterados.

Es recomendable que todo operario del sistema de A.A., lea esta libreta de bitácora antes de iniciar labores. De esta manera el sistema se protegerá al no operar algún equipo descompuesto. Colocar letreros en los equipos que no deben operarse.

En otra libreta, anotar las correcciones y composuras efectuadas a los equipos descompuestos del sistema.

Estas libretas (una de mantenimiento preventivo y la otra de correctivo) deben llevarse al día. Reflejan además el trabajo efectuado por los operarios y permiten un mejor control de todas las variables del sistema de A.A.

IMPORTANTE: Una de las causas y la más importante por la que las U.A. Pierde capacidad se debe a la entrada de aire a la máquina. Otra puede ser por purgas mal efectuadas. Purgue diario las U.A., aunque la luz indicadora de purga en color rojo colocada en el tablero, no se encienda. Con mayor razón efectúe purgas cuando éste pilette se encienda.

3.1.1.- PARO DEL EQUIPO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

Durante todo el tiempo de operación, el operador debe -

precurar mantener las temperaturas y presiones dentro de sus rangos. Mantener también los niveles de agua en las calderas y el TRCo. En este último purgar el exceso y mantenerle a la mitad.

Los equipos que se hayan averiado a lo largo del día, o las partes que tengan que repararse, es recomendable que se reparen inmediatamente e al parar el sistema de aire acondicionado.

El paro puede realizarse de la siguiente forma:

1.- Parar las U.A., abriendo el interruptor de cada tablero. Revisar que las válvulas automáticas empiecen a cerrar. Las unidades seguirán operando unos minutos más, y se puede comprobar oyendo las bombas de solución y refrigerantes.

Una vez que han cortado las U.A., abrir los interruptores termomagnéticos del tablero del módulo 3. La presión en las calderas subirá rápidamente a 1 Kg/cm^2 , al no haber consumo.

1'- En el caso del sistema de calefacción al parar las BAC en cuestión, revisar que la válvula cierra el paso de vapor al I.C.

- 2.- a) Colocar el interruptor del quemador de las calderas en la posición de apagado.
- b) Cerrar las válvulas de admisión de gas, diesel y agua de cada caldera.
- c) Abrir el interruptor termomagnético de cada caldera en los módulos 1 y 2.

d) Abrir los interruptores termomagnéticos de cada T.E., en los módulos 1 y 2.

e) Oprimir los botones de paro de los arrancadores de la B.A.K. y la B.A.R. Bajar interrupter termomagnético.

f) Apagar el sistema de extracción

3.- El circuito de vapor está ahora presurizado entre las cal- y las U.A., también entre el I.C., dado el caso descargar vapor por los filtros hasta bajar la presión de las calderas por lo menos hasta 0.95 Kg/cm^2 . Cerrar entonces las válvulas de compuerta en el cabezal de vapor, y posteriormente las de globo.

Revisar el nivel en el TRCo. En caso de estar alto, -- purgarlo hasta que baje a la mitad.

4.- Revisar el nivel de agua en las cisternas de las T.E. De esta forma, se checarán las válvulas de fletador.

Efectuar los tratamientos químicos semanales por cheque. Que deben realizarse en la noche para evitar la degradación de los productos.

5.- Registrar las temperaturas de la U.M.A. No. 19 en la libreta de bitácora. Revisar los niveles de agua de los tanques de expansión de A.R. y A.C.

6.- Nivel per nivel, cortar el suministro de energía a las -- U.M.A., oprimiendo el botón de parar de cada arrancador. - Revisar al mismo tiempo, equipos de control de cada U.M.A., e inspeccionar las tuberías para asegurarse de que no hay fugas de agua o gas. Inspeccionar los ductos.

El equipo y sistema general debe dejarse en las condi

ciones óptimas de trabajo, para el día siguiente.

Efectúe las pruebas de agua suave, de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Siga las instrucciones para la operación y mantenimiento del equipo suavizador.

3.2.- MANTENIMIENTO DIARIO, SEMANAL, MENSUAL Y TRIMESTRAL A PARTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO, Y EQUIPOS.

Al iniciar la reparación de un equipo, póngase o intente ponerse en marcha siempre y cuando no sea agudo el problema, para poder analizar las posibles causas de desperfecto.

De una e de otra forma al efectuar cualquier reparación, comience siempre por lo más sencillo; "la limpieza".

La mayor parte de los problemas surgen siempre por falta de limpieza, e descuides elementales.

3.2.1.- LIMPIEZA EN LINEAS.

Se cuenta con las líneas de diesel, gas y purgas. Las tuberías de vapor y A. Co., se pueden incluir en este grupo.

A.- Limpieza en la Línea de Diesel.

a) Diario.

1.- Revísese que no haya fugas en las conexiones. Límpiense los lugares y partes afectadas por las fugas. Repárense.

b) Semanal.

1.- Chéquese las tuercas de las válvulas tanto de globo, co

no de conguerta y retención.

- 2.- Chéquese que no haya fugas de diesel a través de los cuerpos de las válvulas.
 - 3.- Chéquese el correcto funcionamiento de las válvulas.
 - 4.- Límpiense los filtros de diesel.
- c) Mensual.

- 1.- Revise las soldaduras de los tanques de combustible.
- d) Trimestral.

- 1.- Límpiense con trapos secos, el interior de los tanques de combustible.
- 2.- Cámbiense los elementos de los filtros de diesel.

En caso de haber fugas y que estas no se puedan detectar, - pruébense las líneas con aire comprimido a una presión de por lo menos 2 Kg/cm^2 , durante una hora.

Siempre séquense los manchones de diesel en los pisos, para evitar accidentes.

B.- Limpieza en la Línea de Gas.

- a) Diario.
- 1.- Revísese que no haya fugas. De haberlas repárense inmediatamente. Con agua y jabón pueden comprobarse las fugas.
- b) Semanal.
- 1.- Chéquense todas las válvulas de la línea; tuercas, cuerpos, funcionamientos en general. Apriétense los volantes flojos y cámbiense las válvulas descompuestas.

2.- Verifíquese el funcionamiento del regulador de gas. Puede desmontarse para su revisión. Cámbiense el resorte si ya no funciona.

Nunca utilice aceite en esta línea. No se deben cambiar las trayectoria de las tuberías, ni el calor de los tubos.

C.- Limpieza en las Líneas de Purgas.

a) Diaria.

1.- Revisese que no haya fugas en las conexiones. Repárense - las existentes a la brevedad posible, para evitar quemaduras.

b) Semanal.

1.- Chéquese, el buen funcionamiento de las válvulas de bola. Al realizar purgas observese siempre el trabajo de estas.

c) Mensual.

1.- Destápese la fosa de purgas y chéquese el nivel de estas.- Elimínese los sedimentos de la fosa de purgas, juntándoles en unas bolsas de plástico.

D.- Limpieza en la Línea de Agua Suavizada, Vapor y Agua de Condensación.

a) Diaria. (Por el lado de condensado y agua suave).

1.- Revisese que no haya fugas en las conexiones, en donde no haya aislamientos que permitan la visualización.

2.- Púrguese todo el condensado acumulado de la noche anterior, antes de operar el equipo.

3.- Identifíquense la o las trampas de vapor que fallen y des-

móntense para su reparación, utilizando para ello el desvío.

- 4.- Repárense los aislamientos dañados, para evitar quemaduras.
- 5.- Párguese el exceso de agua en el TRCo. Manténgase siempre a la mitad, o la altura que marque la válvula de flotador.

b) Semanal.

- 1.- Verifíquese que la columna en operación todavía entregue -- agua suave, con la ayuda del probador.

Verifíquese en general el funcionamiento correcto del equipo suavizador de agua.

c) Mensual.

- 1.- Límpiense todos los sedasos de los filtros con agua abundante y cepillos.

d) Semestral. (En todo el circuito).

- 1.- Chéquense las tuercas de las válvulas tanto de globo, como de compuerta y retención.
- 2.- Chéquese que no haya fugas de condensado a través de los - cuerpos de las válvulas, y en general su funcionamiento.
- 3.- Verifíquese aprietes en bridas. Tal vez se noten empaques desgastados, si es así cámbiense.
- 4.- Arréglense aislamientos para evitar quemaduras.

Basicamente una trampa que falla deja soplar vapor o no permite descargar el condensado.

La causa más común de sople de vapor es la obstrucción por suciedad. Si el inconveniente radica en que no pasa condensado, - antes que nada verifíquese que no haya ninguna válvula cerrada, ningún filtro bloqueado y que haya condensado presente.

Trampa Termodinámica.

- a) La trampa sepla vapor. Probablemente la trampa "rateará" es decir dará una serie continua de descargas abruptas. Verifique la existencia de suciedad (incluyendo el filtro) y limpie con un trape el ducte y el asiento, si la situación no mejora lo probable es que las caras del asiento del disco se hayan gastado.

Antes de volver a armar la trampa, es importante poner la -grasa de disulfuro de molibdeno en la rosca de la tapa, teniendo cuidado que no se ensucien las caras de trabajo. No se usen llaves stilson para apretar la trampa.

- b) La trampa no deja pasar condensado. Lo más probable es que este se produzca por un tapón de aire, especialmente si -- elle ocurre con regularidad durante las puestas en marcha.

Trampa de Vapor Tipo Fletader.

- a) La trampa sepla vapor. Asegúrese que el mecanismo de la -- válvula no haya sido desalineado por trate rudo o por golpes de ariete, de manera tal que no puede cerrar. Verifique que el fletader tenga libertad de caer sin rozar el cuerpo, haciendo que se trabo el mecanismo.

Reemplace siempre el juego completo de piezas internas, tal como le suministre el fabricante.

- b) La trampa no deja pasar condensado. La causa más probable de daño es el golpe de ariete. De cualquier manera debe en contrarse el motivo, corrigiéndole.

El tipo de descarga de la trampa termodinámica es de acción

por seple, con cierre hermético entre descargas.

El tipo de descarga de la trampa de flotader, es continuo variado con la cantidad de condensado, no obstante lo cual tiende a pulsar con cargas livianas.

3.2.2.- LIMPIEZA EN CIRCUITOS.

A).- Circuito de Agua de Condensados.

a) Diario.

1.- Verifíquese que las láminas perforadas en los tubos de reterno (succión), localizada en el extremo derecho inferior de las cisternas de las T.E., están limpias, para mejor identificación nombreles como reternos en media luna. Estos reternos siempre deben estar limpios.

b) Semanal.

1.- Realizar purgas manuales.

c) Trimestral.

1.- Sin vaciar el circuito de A.K., lave las cisternas de las T.E. y de preferencia aplique una capa de sellador en la superficie de estas.

d) Semestral.

1.- Chéquese el funcionamiento de todas las válvulas tanto de maripesa como de compuerta, globo y retención, verificándose que todas las tuercas y empaques se encuentran en buenas condiciones. Las tuercas muy gastadas repónganse inmediatamente.

2.- Vacíese el circuito de agua de condensados y lavense los -
filtres.

B).- Circuito de Agua Refrigerada.

En este circuito lo más importante es eliminar el exceso de
aire de las tuberías. Este se logra mediante las purgas ma-
nuales y automáticas en todos aquellos puntos que lo requie-
ran.

a) Diaria.

1.- Revisese la correcta operación de las válvulas de 3 vías.

b) Semanal.

1.- Efectúe los ventees manuales en los serpentines de cada --
U.M.A.

2.- Revisese el correcto funcionamiento de las válvulas automáti-
cas de ventee.

c) Semestral.

1.- Revisese el correcto funcionamiento de válvulas de mariposa,
compuerta y retención de circuito.

2.- Repárense las fugas por válvulas, aprovechando el vaciado de
circuito de A.R. Lave el tanque de expansión. Lave los fil-
tres.

3.- Repárense los aislamientos dañados.

4.- De preferencia limpie los serpentines con nitrógeno

d) Anual.

Saque los sedases de los filtros de la tubería de todas las U.M.A. (38 sedases en total), y lávelos con cepillo y abundante agua.

C).- Circuito de Agua Caliente.

En términos generales, el procedimiento de limpieza para estos circuitos es el mismo que el descrito para el de -- agua refrigerada.

En general es conveniente revisar mensualmente todas las partes en movimiento y darles la lubricación adecuada.

3.2.3.- REDES DE DUCTOS Y DIFUSORES.

Limpie la red de ductos y difusores por lo menos cada mes, -- partiendo desde la limpieza de filtros en las U.M.A.

Primero hágase presión en el interior de los ductos, cerrando de todas las controles de volumen de los difusores (amótese la abertura de cada uno) obviamente con la U.M.A. en operación.

Bárrase el pelve que pueda contenerse en los ductos, abriendo el último difuser de cada zona y volviéndole a cerrar -- para efectuar la misma operación en la siguiente zona, así sucesivamente.

Párese la U.M.A. y límpiense los difusores con un trape húmedo. Limpie los cuartos de U.M.A., y las rejillas de toma de aire exterior. Por último lave los filtros de aire de las -- U.M.A. Arranque de nuevo la unidad.

De ser posible cada tres meses, limpie el exterior de los -- serpentines con aire a presión y en general el interior de -- las U.M.A.

3.2.4.- INSTALACION ELECTRICA.

Cada mes chéquense los amperajes en las líneas de alimentación al interruptor, de éste al motor.

Revísese que no haya cables rozando con partes móviles, - aislamientos desgastados. Apriétense conectores, contra-tuercas y monitores.

En la instalación de control, revísense la modulación y el funcionamiento de los motores, desconectando una de las - líneas de alimentación del transformador al motor; T₁ ó T₂.

Cada tres meses límpiense los platinos de los arrancadores con una lija fina y revísense todas las conexiones.

Igualmente en los interruptores termomagnéticos, chéquense los pares de apriete de todas las conexiones.

No restablezca los arrancadores antes de transcurridos dos minutos por lo menos, después de una sobrecorriente o cual quier causa que origine el paro de un motor.

3.2.5.- TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.

A) Ventiladores. Los trabajos generales de mantenimiento tanto para los ventiladores de las U.M.A., como para los del sistema de extracción, se resumen a continuación:

a) Limpieza.-

Durante la operación partículas finas de polvo se introducen en el ventilador y se adhieren a las aspas del rotor.

Nunca deberá permitirse que el polvo se acumule pues esto aumentará los costos de operación al bajar la eficiencia y alterar el balanceo del rotor. Los rotores deberán revisarse tan frecuentemente como lo ameriten las circunstancias. En muchos casos, todo lo interior del ventilador deberá limpiarse y repintarse anualmente.

Deberá ponerse especial atención en el caso de extractores de grasa, los cuales deben ser limpiados y drenados con mucha mayor frecuencia.

Los métodos usuales de limpieza son con aire comprimido, con vapor de agua, con cepillo de alambre o con solventes químicos. Si se emplean estos, debe tenerse cuidado de no afectar la pintura del ventilador.

b) Lubricación.

Los ventiladores pueden tener diferentes clases de chumaceras: de bola con una o dos coronas de babbit, de bronce, tipo fijo, autoalineante, lubricadas con grasa o con aceite, etc.

Para chumaceras de manguito lubricadas por aceite, debe usarse aceite SAE-20 ó SAE-40, dependiendo de si es de babbit ó de bronce. Estas chumaceras están previstas de indicador de nivel y una taza con filtro de aceite, la taza debe llenarse cuando el ventilador no está operando.

El aceite deberá drenarse y reponerse con aceite nuevo después de 2000 Hr., de operación. Si el aceite que se ha quitado está muy sucio, deberá desarmarse y lavarse la chumacera teniendo cuidado de no hacer descansar la flecha sobre los sellos.

Para chumaceras de bola debe usarse un buen tipo de grasa para balero. La frecuencia de lubricación varía mucho con el tipo de servicio pero hacerlo cada tres meses es una buena práctica, no ponga demasiada grasa para evitar que los filtros retenes de grasa salgan de su lugar; todo exceso de grasa debe limpiarse, una vez al año es conveniente lavar la chumacera con kerosina y poner una grasa nueva.

El hecho que la temperatura de trabajo de la chumacera sea molesta al tacto no indica falta de lubricación, ya que dicha temperatura generalmente está dentro de los límites del fabricante.

e) Retores.

La posición del reter del ventilador con respecto a la succión es importante para la eficiencia y disminución del ruido. Per regla general la posición correcta es la que está tan pegada como posible sea, pero sin llegar a pegar.

La posición del reter debe chequearse de vez en cuando, per si hubiera cerramiento del reter; este es especialmente importante cuando existen varios retores en una flecha.

Debe cuidarse el sentido de rotación de los ventiladores, sobre todo cuando haya un cambio en el sistema de alimentación eléctrica. Casi todos los ventiladores entregan aire girando en sentido contrario pero su eficiencia baja mucho.

a) Transmisiones.

a) Poleas y Bandas.- La operación y el mantenimiento de este tipo de transmisiones no dan problemas si el sistema

fue propiamente instalado. No use ningún tipo de cosmético a menos que sea recomendado por el fabricante de las bandas.

Cuando instale bandas V, mueva el meter para permitir la colocación de las bandas en las ranuras de ambas poleas; nunca utilice herramienta para forzar a las bandas a entrar en las ranuras.

Es muy importante para la vida de la banda V que se mantenga la tensión apropiada. Las bandas flojas que se patinan, causan daños a las paredes de las poleas, esta situación puede detectarse por el calentamiento de la polea pequeña. Las bandas con tensión excesiva duran menos y causan el sobrecalentamiento de las chumaceras. La tensión de las bandas debe chequearse a la semana del arranque y ajustarse; también es importante revisar la alineación de las poleas de vez en cuando.

Nunca use bandas nuevas y usadas en la misma polea. Las bandas usadas serán más largas y por lo tanto, toda la carga será soportada por las bandas nuevas.

e) Coples.

La alineación es el factor importante en este caso y puede lograrse mediante una regla, la cual se coloca sobre las dos bridas del cople en cuatro puntos de la periferia antes de fijar el cople. En esos mismos puntos se puede chequear la separación entre las bridas mediante un calibrador.

Una vez en posición el cople puede ser fijado.

Una vez en posición, el mantenimiento de los coples es ca-

si hule; las partes de hule entre ambas bridas pueden llegar a dañarse y entonces deberán ser sustituidas. De vez en cuando hay que chequear el espaciado entre las caras, para ver si no ha habido torcimiento de la flecha del motor o ventilador.

f) Motores.

El mantenimiento y reparación de los motores eléctricos está mejor explicado en las instrucciones de operación del fabricante. Los puntos más importantes son: lubricación, limpieza y reemplazo de baleros dañados.

Los problemas en los motores son casi siempre causados por problemas eléctricos más que por la carga del ventilador; un cuidadoso control de la red es, por lo tanto, recomendable.

Algunas veces, en una unidad ruidosa, el motor es la causa real del ruido; para chequearlo deberá desconectarse el motor del ventilador y trabajarse separadamente.

Finalmente, cuando la limpieza del ventilador se haga con vapor o agua y el motor sea del tipo abierto deberá cuidarse que el vapor o agua no entre en el motor.

g) Compuertas.

Cuando el ventilador esté previsto de compuertas por la succión, sean automáticas o manuales, deberán mantenerse lubricadas todas sus partes móviles. Las circunstancias nos dictarán la frecuencia conveniente en la lubricación.

h) Balances de Rotores.

Los rotores de ventiladores se balancean estáticamente y di-

námicamente por el fabricante y si no se dañan no requieren posterior balanceo. Antes de sospechar un desbalanceo del roter, debe observarse para ver que no haya suciedad depositada en él. En este caso con una limpieza será suficiente.

Deben chequearse también los siguientes puntos: que no haya tercinamiento de la flecha, que la alineación sea correcta, que el roter esté fije en la flecha, que los baleros e chumaceras estén en buen estado y que los tornillos de fijación estén apretados. En caso que todos los puntos anteriores sean encontrados en buen estado será necesario balancear el roter.

Se pueden conseguir instrumentos portátiles para ayudar al balanceo en el mismo sitio de operación del ventilador. Algunos indicarán el punto en que se debe añadir el peso más no así la cantidad del mismo.

Otros hacen posible la determinación tanto del peso como del punto donde debe pensarse. Es posible el balanceo de un ventilador sin instrumentos, por el método de ventee. Consiste en poner una punta afilada de lija, gis o jabón de saastro de tal manera que la punta afilada teque apenas la flecha mientras el ventilador gira. Si existe desbalanceo, la flecha estará forzada a flexionarse hacia afuera, debido al peso desbalanceado. La trazará una línea sobre la flecha cuya longitud indicará el grado de desbalanceo. Una línea corta indicará un balanceo defectuoso. Una línea pareja, alrededor de toda la flecha, un balanceo adecuado. Es comumente tirar tres o cuatro líneas en cada prueba, para asegurar un buen promedio.

La tiza deberá sostenerse firmemente para que así solo sea te

cade por el punto alto y no se le permita viajar apoyada en la flecha.

El balanceo real se lleva a cabo añadiendo pesas de prueba al reter, sobre su lado ligero.

Se puede formar un juego de pesas de prueba sacándelas de una placa de metal o de un treze de varilla, deblándolas en forma que se les pueda forzar sobre la parte interior del aspa, de donde no puede salir disparada.

Cuando ambas chumaceras se encuentran del mismo lado de la envolvente, la flecha debe pintarse con tiza entre las envolventes y la chumacera más próxima a ella.

Las flechas en el arreglo 3 y en los ventiladores de entrada doble, deben pintarse con tiza en ambos lados, entre el reter y la chumacera y balancearsele respectivamente.

Cuando se establece el punto en que debe añadirse el peso y la cantidad de peso, debe soldarse esta u otra de igual peso al reter, tomando en cuenta el peso de la soldadura o el remache, en su caso, aunque este método requiere tiempo paciencia y buen juicio, se pueden obtener excelentes resultados.

1) Dispositivos y Seguridad.

En este renglón se consideran las protecciones metálicas en la succión y/o descarga de los ventiladores, los guardabandas y los guardaceples.

El mantenimiento de todo lo anterior es practicamente nulo, - se le es necesario evitar rozamiento y protegerles contra el medio ambiente,

Desde se debe poner énfasis es en la necesidad de mantener la protección en un sitio, si por una reparación es necesario retirarla siempre debe volverse a colocar.

Es recomendable que exista junto al ventilador un interruptor de corriente, para que el personal no corra el riesgo de que el ventilador sea arrancado mientras se encuentra manipulándolo. En caso de no ser posible, deberá desconectarse el interruptor en el tablero, retirando los fusibles en caso de haber y colocar un letrero de aviso. En el edificio, se cuenta con Int. de cuchillas, para las T.E., como para los V.E., y U.M.A.

j) Fallas en Ventiladores y sus Causas.

A continuación enumeramos las fallas más comunes y sus posibles causas.

Capacidad y presión abajo de las nominales.

- 1.- La resistencia total del sistema es mayor que la calculada.
- 2.- Velocidad demasiado baja.
- 3.- Compuerta de entrada no ajustadas adecuadamente.
- 4.- Rotor dañado.
- 5.- Sentido incorrecto de rotación.
- 6.- Rotor montado al revés en la flecha.

Vibración y Ruido.

- 1.- Mal alineamiento de chumaceras, coples, rotor o transmisión.

- 2.- Base de cimentación inestable.
- 3.- Materiales extraños sobre el roter que lo desbalancean.
- 4.- Chumaceras desgastadas.
- 5.- Roter e motor dañados.
- 6.- Pernos o tornillos flojos, retos e sueltos.
- 7.- Flecha vencida.
- 8.- Ceples desgastados.
- 9.- Roter o motor desbalanceados.
- 10.- El ventilador entrega más de la capacidad nominal.
- 11.- Cempuertas de entrada, flojas.
- 12.- Velocidad demasiado alta ó girando en dirección errónea.

Chumaceras Sobrecaientadas.

- 1.- Demasiada grasa en las chumaceras de belas.
- 2.- Alineamiento defectuoso.
- 3.- Roter e motor dañados.
- 4.- Flecha doblada o vencida.
- 5.- Suciedad en las chumaceras.
- 6.- Tensión excesiva en las bandas.

Sobrecarga de la Fuente Motriz.

- 1.- Velocidad demasiado alta.
- 2.- Descarga que sobrepasa la capacidad debido a que la resistencia es mas baja que la original nominal.
- 3.- Sentido de rotación errónea.

- 4.- Flecha vencida.
- 5.- Mal alineamiento.
- 6.- El reter pega o se roza contra la envuelto.
- 7.- Chumaceras lubricadas inadecuadamente.
- 8.- Alambrado defectuoso del motor.

Recomendación:

Llévese una bitácora de operación para ir registrando el rendimiento del equipo. Las anotaciones en la bitácora reflejarán los casos en el que el mantenimiento es necesario a intervalos más frecuentes.

B) Calderas.

Los trabajos mínimos de mantenimiento preventivo que deben efectuarse a las calderas, se describen a continuación:

a) Diaria.

- 1.- Limpiar las bequillas del quemador.
- 2.- Purgar la caldera por lo menos cada 6 horas de trabajo, tanto de la purga de fondos como de sus columnas de control de nivel. Lo anterior se realiza subiendo el nivel del agua a 1/2 cristal y purgándole hasta que arranque la bomba de alimentación. Se recomienda consultar al especialista en tratamientos de agua, al respecto.

b) Cada Semana.

- 1.- Limpiar los filtros de combustible que están en la succión de la bomba.

- 2.- Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.
- 3.- Limpiar el electrodo del pilote de gas.
- 4.- Inspeccione los prensa estopas de la bomba de alimentación de agua. En caso de estar secos cambien.

5.- Asegúrese que la fotocelda esté limpia.

c) Cada quince días.

- 1.- Hacer limpieza de todos los filtros de agua.
- 2.- Probar la operación por falla de flama.
- 3.- Revisión a las condiciones del quemador, presión, temperatura, etc.
- 4.- Checar los niveles de entrada y pare de la bomba, haciendo uso de la válvula de bola de purga de fondos de la caldera.

d) Mensual.

- 1.- Comprobar el bajo nivel, desconectando el arrancador de la bomba de alimentación, en las terminales 22 y 23. El agua al evaporarse irá disminuyendo el nivel y si al llegar a -- 3.5 cm. no corta por bajo nivel, hay que parar inmediatamente la caldera. Inspeccionese el control de nivel, verifiquese que el flotador funciona correctamente, estando la columna exenta de lodos e acumulaciones.

2.- Comprobar el voltaje y cargas que toman los motores.

e) Trimestral.

- 1.- Destapar las válvulas de tortuga, para observar el estado de limpieza interior de la caldera, por el lado del agua.

- 2.- Cada vez que se deshollime, es conveniente para que se conserve el refractario, darle una lechada con cemento refractario, tanto a la tapa trasera como al refractario del horno. Revisar los empaques y recubrirlos con grafito y aceite.
- 3.- Tirar ligeramente de las palancas de las válvulas de seguridad para que dejen escapar vapor (por lo menos a una $P=0.5 \text{ Kg/cm}^2$) y evitar que se peguen en su asiento.

f) Semestral.

- 1.- La caldera deberá ser enfriada y secada, las cubiertas deberán quitarse y el interior debe ser lavado con agua a presión. Tubos y espejos deberán ser inspeccionados al mismo tiempo para buscar incrustaciones, el servicio del especialista en tratamientos de agua deberá incluir inspecciones al interior de la caldera, así como análisis del agua periódicas.
- 2.- Inspeccionarse los fluxes por el lado de humos y límpiase.
- 3.- Inspeccionese el material refractario del horno y la puerta trasera.
- 4.- Límpiense las grietas y seque el material refractario que se haya desprendido. Recubrase el mismo con un cemento refractario de fraguado al aire.
- 5.- Lavese la caldera por el interior con agua a presión, a través de los huecos de las válvulas de tortuga. Dejese enfriar la caldera lo suficiente, para que al introducir agua fría al interior se eviten esfuerzos bruscos tanto en materiales refractarios como en los fluxes.

- 5.- Repárese la cuerda del tornillo de las válvulas de tortuga y péngasele grafito con aceite para que no se pegue.
- 7.- Revisar los cuerpos y en general el funcionamiento de todas las válvulas de la caldera. Cambiar las que no funcionan.

C) UNIDADES DE ABSORCION.

Mantenimiento General.

Generalmente se contratan pólizas de mantenimiento para este tipo de equipos con los fabricantes, sin embargo es conveniente que los operarios estén familiarizados con las unidades, con el fin de poder supervisar los trabajos.

Un mantenimiento preventivo normal para una máquina de absorción 16 JB, requiere un programa de inspección y servicio el cual es comúnmente realizado por los mismos fabricantes de equipos ya que cuentan con el personal técnico calificado.

Los trabajos comunes que deben realizarse al mes de operación de la unidad, por parte del personal mencionado, son los siguientes.

- 1.- Determinación de las pérdidas del absorbente.
- 2.- Revisar la contaminación del refrigerante.
- 3.- Revisar la variación de acumulación de no condensables.
- 4.- Revisar el ajuste del control de capacidad.

Cada dos meses de operación, se debe tener en cuenta que debe revisarse la correcta operación de todos los controles. Cada seis meses se deben hacer análisis de la solu--

ción y revisar la carga de refrigerante. Cada año se debe -
revisar la incrustación de los tubos.

Hojas de bitácora; Deberán hacerse lecturas periódicas de -
presión-temperatura en la máquina cuando esta esté operando.
Lo anterior le servirá al operador para saber como está fun-
cionando la unidad. También esta bitácora (ver anexos), ayu-
dará a planear el mantenimiento y a la realización de diag-
nósticos de los problemas que se presenten.

El manual del fabricante indica todos los trabajos que de-
ben efectuarse, así como la periodicidad de estos. De igual
forma se incluyen en dicho manual, tablas de fallas y las -
causas probables.

D) TORRES DE ENFRIAMIENTO.

Como nota importante, cabe mencionar que el relleno de la te
rre de enfriamiento resiste una temperatura máxima de 54°C -
(129.2°F). La conservación de las torres de enfriamiento es
muy sencilla, pero muy importante, ya que de este factor de-
pende obtener el máximo rendimiento. Los puntos más importan-
tes y que requieren la mayor atención, son los siguientes:

a) Diaria.

- 1.- Inhibidor de corrosión e incrustación: 4.5 lt.
- 2.- Ácido clorhídrico : 2.5 lt.
- 3.- Purga continua : 12.5 lt/min.

b) Semanal.

- 1.- Biocida de amplio espectro : 6 lt.
- 2.- Hipoclorito de sodio : 2.3 lt.

Los detalles de los tratamientos químicos, se describen en el inciso 2.1.3.

3.- Funcionamiento de la válvula de fletader.

c) Mensual.

1.- Revisión de la carcasa del ventilador.

2.- Soportes del motor.

Si se detecta corrosión en estas partes, se recomienda lijar perfectamente la superficie dañada y recubrir con pintura -- epóxica.

3.- Revisión de las espreas.

La revisión deberá hacerse, quitando una de las tapas del -- cuerpo de la torre, se desatorallan las espreas y se lim-- pian.

d) Trimestral.

1.- Relleno enfriador. La duración y conservación del relleno de las torres de enfriamiento, depende de la calidad del agua - circulante a través del mismo, por lo que es necesario com-- trolar la cantidad de elementos incrustantes, este se logra con la correcta aplicación de los tratamientos químicos y las purgas continuas. Para sacar el relleno se remueve una de -- las tapas laterales de la torre, sacando los paquetes que -- forman el relleno. Se limpian con un chorro de agua que se -- hará pasar a través de estos en sentido contrario al cual - está operando normalmente. Si existen incrustaciones en las orillas de los paquetes, limpiar con un cepillo de cerdas. - Procure no golpear los paquetes a fin de no dañarlos.

2.- Estructura y cisterna. Aunque estos dos componentes son fabricados totalmente con lámina galvanizada recubierta con pintura epóxica, es necesario mantenerlos siempre en las mejores condiciones; esto se logra retocando los puntos en donde pudiera desprenderse la pintura.

e) Otros aspectos. La mayoría de los hidrocarburos atacan generalmente al PVC rígido. El rango y la severidad del ataque dependen grandemente de la concentración del tipo de hidrocarburo y la temperatura. El ataque se manifiesta por una reducción de la dureza, con un suavizamiento e hinchamiento, usualmente asociados con la disolución del material de PVC y/o sus aditivos; bajo carga, la falla tiende a desarrollarse lentamente seguida por un colapso repentino.

Es necesario solicitar del fabricante la relación o tabla de hidrocarburos incluyendo los rangos de temperatura que atacan al PVC.

E) BOMBAS CENTRIFUGAS (B.A.C., B.A.R. y B.A.K.).

a) En periodos de un día.

1.- Lecturas de presión de succión y descarga.

2.- Chequeo del prensa-estopa y ajuste.

3.- Reportes de vibración de estabilidad en el funcionamiento.

b) Cada semana.

1.- Control externo y lubricación de cojinetes y baleros.

2.- Funcionamiento del equipo y condiciones generales de trabajo.

e) Cada seis meses.

1.- Cambio de grasa de los respectivos cojinetes e baleres sin desmontaje, expulsando por presión de un emgrasador tipo pistola toda la grasa antigua.

2.- Alineamiento de la unidad bomba-meter y reajuste de los pernos de anclaje.

3.- Chequeo del prensa-estopa y cambio de empaquetaduras, si fuere necesario.

d) Cada año.

1.- Desmontaje completo de la bomba.

2.- Lavado y limpieza de todas sus partes.

3.- Chequeo del alineamiento y del desgaste del eje y reparaciones e cambios si fuere necesario.

4.- Chequeo de impulsores, difusores, bujes, baleres y demás elementos sujetos al desgaste. Reparación de las piezas dañadas, e cambios si fuere necesario.

5.- Montaje, alineamiento y prueba completa de la unidad.

6.- Control de válvulas de entrada, salida, retención y reparación si fueran necesarias.

7.- Verificación de que el equipo está y trabaja en buenas condiciones de acuerdo a su diseño y características (Ver bitácora).

F) UNIDAD MANEJADORA DE AIRE.

En general los aspectos relacionados con ventiladores y motores, están comprendidos en el inciso A), en donde se explicaremos los trabajos necesarios a estos equipos.

Sin embargo cada mes deberá considerarse también lo siguiente:

- 1.- Limpieza de serpentines de agua helada con aire e nitrógeno a presión .
- 2.- Revisión y reparación de todas las aletas de aluminio - que estén terciadas.
- 3.- Revisión de todas las compuertas reparando todas aquellas que se encuentren en mal estado.
- 4.- Lubricación de todos los bujes de las flechas de las - compuertas.
- 5.- Limpieza y revisión de todos los filtros metálicos lavables.
- 6.- Revisión de la alineación de poleas. Ajuste si es necesario.
- 7.- Revisión del estado y la tensión de las bandas. Aplicación del cosmetico recomendado por el fabricante de bandas.
- 8.- Engrasado de todas las chumaceras.
- 9.- Revisión del sistema antivibratorio.
- 10.- Revisión y apriete de tornillos flejes.

11.- Revisión y reparación de los aislamientos térmicos interiores dañados.

G) EQUIPO SUAVIZADOR DE AGUA.

a) Diario.

1.- Reporte de la presión de entrada al equipo suavizador.

b) Cada mes.

1.- Pruebas analíticas de las resinas de la columna en operación. En general se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

H) TANQUES (T.C., TRCo., T.X.).

a) Cada seis meses.

1.- Descargar los tanques para su limpieza interna.

2.- Revisión y reparación de picaduras en los cuerpos o en soldaduras.

3.- Aplicación de la pintura necesaria.

3.3.- BITACORAS. Al final del capítulo 4, en el anexo "A", se incluyen las bitácoras de algunos de los equipos involucrados en los sistemas de aire acondicionado. Estas bitácoras deben ser preperccionadas por el instalador y deben contener la información de diseño, para que cada mes estos datos sean comparados con las lecturas reales.

Para algunos casos el departamento de planeación determinará la posibilidad de obtener información tal como PCM, GPM, --- etc., cada mes, dada la complejidad y los recursos disponibles. Con esto se quiere decir que las bitácoras son planteadas aquí como el método idóneo.

De igual forma el control de reportes planteado al inicio de este capítulo, mediante el uso de libretas o bitácoras diarias está fundamentado en gran medida por la suposición de la necesidad de dos turnos para la operación de los sistemas de aire acondicionado. Será la ingeniería de planeación quien determine la secuencia y forma en la que debe llevarse el mantenimiento (preventivo y correctivo), de acuerdo a las necesidades de operación y a la disponibilidad de recursos tanto humanos como materiales.

Al igual que las bitácoras mensuales propuestas, la periodicidad expuesta en los anteriores incisos, podrá variar de acuerdo con las experiencias.

En general y a manera de conclusión, se exponen en el capítulo 4, los aspectos administrativos más importantes para el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

CAPITULO 4

4.- CONCLUSIONES.- Con la información proporcionada en los capítulos precedentes, deben elaborarse los programas de mantenimiento preventivo (MP) adecuados, es decir, se ha planteado una metodología tal, que proporcione al personal de mantenimiento los elementos suficientes, para iniciar las operaciones con el máximo de conocimientos globales que pueden incluirse en un manual de mantenimiento de éste género.

Deberán reunirse los manuales de los fabricantes y recopilar la información de los especialistas, con el fin de elaborar los programas de mantenimiento estándar, en los equipos similares.

El instalador deberá proporcionar en el manual, las "bitáceras tipo" para los diferentes equipos, como las que se muestran en el anexo "A". Estas bitáceras deben contener los datos de diseño y de arranque inicial, de tal forma que el personal de mantenimiento pueda detectar las desviaciones.

En general, para iniciar las operaciones y el M.P., deben considerarse los aspectos que a continuación se detallan:

4.1.- OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El objetivo del mantenimiento preventivo (MP) es obtener el máximo rendimiento de las instalaciones, con el mínimo tiempo de elementos fuera de servicio por descompostura y a su vez, que estas actividades de conservación se logren a los más bajos costes posibles.

Es imposible llegar a prevenir todas las fallas que suelen presentarse en los equipos, por ello en toda instalación se realizan labores de mantenimiento correctivo (MC) que obligan a hacer una serie de gastos representados por los costos de las horas hombre, el uso de herramientas y equipos, refacciones y la baja de producción.

Una meta que puede marcar cuando un MP se lleva a cabo con buen rendimiento, sería aquella donde se alcanzara un MP de 80% y un MC de solamente el 20% de los equipos en operación.

Un problema que se le presenta al ingeniero encargado del MP es la dirección, a la que debe convencerse de la necesidad e importancia de estas actividades que por su naturaleza, aparentemente no existen e por lo menos no se ven y sólo cuestan.

4.1.1.- PRIORIDADES.

A la frecuencia del MP debe dársele prioridades de acuerdo a la importancia que tiene el equipo en las instalaciones. Un orden de prioridades se podría establecer como sigue:

Prioridad 1.- Equipos que al quedar fuera de operación provocan paro total de los sistemas de aire acondicionado. Este caso es extremo en las instalaciones, ya que el diseño es con equipos 50%

Prioridad 2.- Equipos que al quedar fuera de operación, provocan el paro de una importante sección de los sistemas, sin que haya partes de repuesto disponibles, por ejemplo: bombas de solución, --

bombas de refrigerante, etc.

- Prioridad 3.- Equipos que al quedar fuera de operación ocasionan paro completo de una importante sección, pero con existencia de partes de repuesto o equipo sustituto disponible de inmediato, por ejemplo: bombas de diesel, motor de T.E., etc.
- Prioridad 4.- Equipos que fuera de operación, provocan una reducción en la operación, no habiendo partes de repuesto disponibles, por ejemplo: ventiladores de U.M.A.
- Prioridad 5.- Equipos que al fallar reducen el rendimiento de la producción de A.R. y A.C., teniendo partes y equipos sustitutos. Por ejemplo: B.A.R., B.A.K., B.A.E.
- Prioridad 6.- Equipos importantes pero que aun con sus fallas no provocan pérdidas de producción considerables, por ejemplo: V.E.

4.1.2.- AREAS DE RESPONSABILIDAD EN MP.

- a) Ingeniería de Proyectos.- Debe tomarse en cuenta, en sus diseños de instalaciones nuevas e en los cambios de las existentes, los objetivos del MP que le hagan fácil de ejecutar y minimicen los tiempos fuera de servicio, los costes y la depreciación de las instalaciones.

- b) Ingeniería de Planeación y Programación.- Esta área es responsable de que los programas de MP se realicen de acuerdo a lo planes establecidos. Su actividad es la más importante, el éxito o fracaso de un MP depende de como planee y programe el MP y además de como lo controle. Tanto la planeación como la programación del MP son tareas que deben hacerse de común acuerdo. Todos programas, plan y manuales de MP deben ser incluso dados por escrito y con el visto bueno (incluso firmado formalmente) por los ejecutivos de cada una de las áreas. Este último es actividad que pertenece realizar el área de planeación y programación hasta la edición de instructivos y manuales finales.
- c) Ingenieros y Técnicos en Trabajos de MP.- Este grupo debe cooperar estrechamente con las áreas anteriores, ejecutar las tareas de MP según los programas, observando las normas sobre toda situación que lleve a mejorar y asegurar las metas fijadas por los programas de MP. Sus informes darán dinamismo a la constante actualización del MP.

4.1.3.- ASPECTOS A INCLUIR EN TRABAJOS DE MP.

- a) Manuales de servicio del fabricante, de los equipos.
- b) Registro de mantenimiento para servicios de rutina, ajustes o reposición de partes e inspecciones programadas.
- c) Obsolescencia del equipo, que nos puede definir cuando es más económico realizar la reposición del mismo.

- d) Mantenimiento predictivo, realizado a través de mediciones directas de campo como: vibraciones, temperaturas, parámetros eléctricos y en general toda acción que permita establecer si es o no necesaria una revisión y desarmado de un equipo, acciones que son costosas y a veces no necesarias. Bitáceras de equipos.
- e) Control de calidad sobre los trabajos de mantenimiento que redundará en un alargamiento y estandarización de los ciclos de falla, reduciendo pérdidas de producción.

El programa de control de calidad en MP debe comprender básicamente:

- Estandarización, dentro de lo posible, de equipos e instalaciones.
- Estandarización de los métodos de trabajo de MP.
- Órdenes de trabajo tipo para trabajos repetitivos.
- Supervisión del trabajo de MP hecha por expertos en cada área.
- Uso y cantidad adecuados de herramienta para los trabajos de MP.
- Programa de capacitación continua del personal de MP, ya que hay diversas especialidades.

4.1.4.- ELEMENTOS PARA LA PROGRAMACION Y ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Plan por etapas del mantenimiento preventivo.

Para organizar eficientemente el mantenimiento preventivo y llevarlo a la práctica con un máximo de ventajas, convie-

no planear de antemano las actividades que se han de desarrollar en los equipos a los que se les ha de aplicar el mantenimiento.

Para el desarrollo de la planeación, programación y organización del mantenimiento preventivo nos apoyaremos en un plan de 6 etapas.

Estas etapas son las siguientes y deben registrarse en formatos especiales.

- 1) Inventario e identificación de instalaciones y equipos.
- 2) Clasificación y cantidad de equipos.
- 3) Número de identificación de los equipos.
- 4) Normas de mantenimiento preventivo.
- 5) Calendario de mantenimiento preventivo.
- 6) Control de mantenimiento preventivo y de reparación de --
daños.

Con el fin de ejemplificar la elaboración de programas se anexan a continuación un programa por equipo y el programa global.

La elaboración de estos programas se ha efectuado con base a las recomendaciones de periodicidad que se mencionaron en el capítulo 3. Se hace hincapie en que los programas serán exhaustivos complementando la información con la del fabricante y en base a las experiencias.

PROGRAMA GLOBAL DE EQUIPOS

	REG. MENSUAL CONCEPTO	M E S E S															
		1				2				3				4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.-	UA.-1: DATOS BITACORA M.P.																
2.-	UA.-2: DATOS BITACORA M.P.																
3.-	C-1: DATOS BITACORA M.R																
4.-	C-2: DATOS BITACORA M.P.																
5.-	T.E.-1: DATOS BITACORA M. P																
6.-	T.E.-2: DATOS BITACORA M. P.																
7.-	BAC-1: DATOS BITACORA M.P.																
8.-	BAC-2: DATOS BITACORA M.P.																
9.-	BAR-1: DATOS BITACORA M.P.																
10.-	BAR-2: DATOS BITACORA M.R																
11.-	BAK-1: DATOS BITACORA M.P.																
12.-	BAK-2: DATOS BITACORA M.P.																
13.-	UMAS 1e8: DATOS BITACORA M.P.																
14.-	UMAS 6e10: DATOS BITACORA M.R																
15.-	UMAS 11e18: DATOS BITACORA M.P.																
16.-	UMAS 18e19: DATOS BITACORA M.P.																
17.-	E.S.-1: DATOS BITACORA M.P.																
18.-	E.S.-2: DATOS BITACORA M.P.																
19.-	TANQUES M.P.																

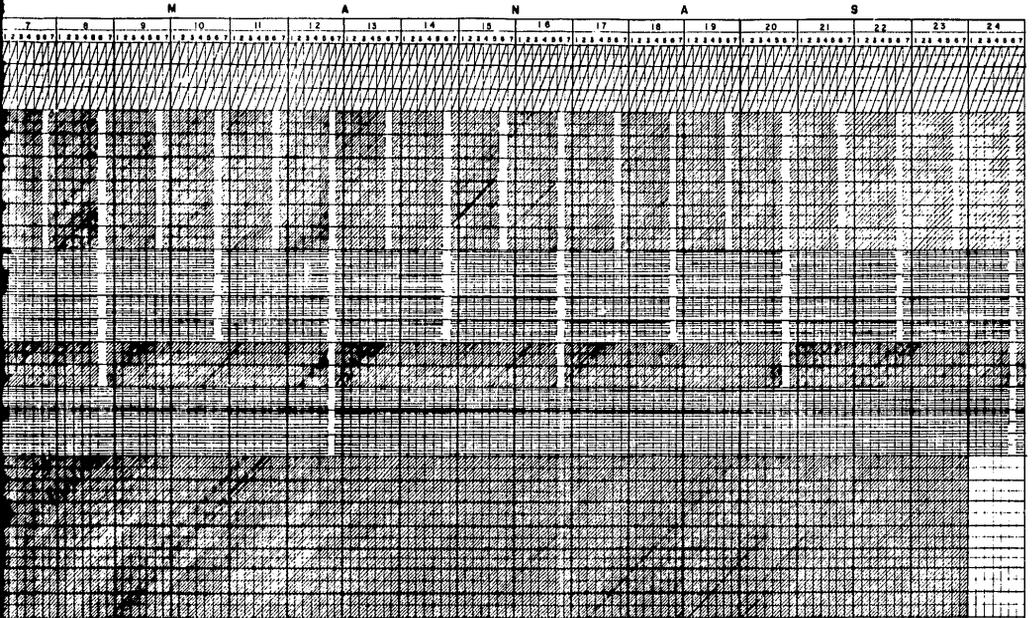
- NOTAS: 1).- ANTES DE REGISTRAR LOS TRABAJOS, DEBERA VERIFICARSE QUE LOS PROGRAMAS POR EQUIPO HAYAN SIDO COMPLETAMENTE EJECUTADOS.
- 2).- LOS REGISTROS DE MC , DEBERAN LLEVARSE EN OTRO PROGRAMA, LLEVANDO LOS COSTOS POR EQUIPO PARA LA EVALUACION ANUAL.

C A L D E R A S

PAR. CONCEPTO	S				E				M				A				N			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1.- LIMPIEZA BOQUILLA QUEM.																				
2.- PURGA NIVEL																				
3.- PURGA FONDOS																				
4.- FILTROS COMB.																				
5.- FUGAS TAPAS																				
6.- FUGAS MIRILLA																				
7.- LIMPIEZA ELECTRODO																				
8.- PRENSA ESTOPAS																				
9.- LIMPIEZA FOTOCELDA																				
10.- LIMPIEZA FILTROS AGUA																				
11.- OP. FALLA FLAMA																				
12.- REVISION P. Y T.																				
13.- NIVELES ENT. Y PARO DE BOMBA																				
14.- PARO Y BAJO NIVEL																				
15.- VOLTAJE Y AMPERAJE MOTOR																				
16.- VALVULA TORTOSA																				
17.- LECHADAS TAPAS																				
18.- FUNC. VALVULA SEGURIDAD																				
19.- ESPRIADO Y SECADO DE LA CALDERA. INSPECCION DE ESPRIADOS EN																				
20.- INSPECCION DE FLUXOS																				
21.- INSPECCION DE MATERIAL. REPARANDO.																				
22.- REPARACION POR BRISTAS																				
23.- LAVADO DE LA CALDERA																				
24.- CUERDAS DE TORNILLOS VALV. TONT.																				
25.- REVISION DE TODAS LAS VALVULAS																				

NOTA: VACIAR LAS LECTURAS EN LAS HOJAS DE BITACORA Y COMPARAR ESTOS DATOS C

CALDERAS



VACIAR LAS LECTURAS EN LAS HOJAS DE BITACORA Y COMPARAR ESTOS DATOS CON LOS DE DISEÑO

Deberán registrarse los costes por concepto de M.C. de cada equipo, con el fin de hacer las evaluaciones anuales corres-
pondientes.

4.2.- INFORMACION ADICIONAL. En el anexo "A" se presentan las bitácoras tipe para algunos de los equipos, con el fin de poder verificar las variaciones que existieran en la operac---
ción y de esta forma canalizar el mantenimiento predictivo. La bitácora fundamental y que siempre debe venir anexa, es la que corresponde a las U.A.

En el anexo "B" se proporcionan listas de proveedores para partes de reposición así como la de las compañías que suministran el diesel, gas y los productos químicos.

El anexo "C" consiste en un croquis en planta, de la localización de equipos en el cuarte central de máquinas.

El anexo "D" presenta la relación de colores usados en las diferentes tuberías del sistema de aire acondicionado.

Para ampliar la información consultese la bibliografía en la cual se incluyen los manuales de los fabricantes, utilizados en la elaboración de este trabajo de tesis.

ANEXO "A"

BITACORAS.

BITACORA PARA UNIDADES DE ABSORCION DE BROMURO DE LITIO

UNIDAD MODELO _____ SERIE No. _____ ORDEN No. _____ HOJA No. _____

PROPIEDAD DE _____ DIRECCION _____ OPERADOR _____

NOTAS _____

FECHA									
HORA									
AGUA HELADA									
1	Temperatura de Entrada	°F							
2	Temperatura de Salida	°F							
3	Caída de Presión	PSI							
4	Flujo	GPM							
AGUA DE CONDENSACION									
5	Al Absorbador	°F							
6	Al Condensador	°F							
7	Del Condensador	°F							
8	C. P. del Absorbador	PSI							
9	Flujo del Absorbador	GPM							
10	C. P. del Condensador	PSI							
11	Flujo del Condensador	GPM							
VAPOR									
12	Presión	PSI							
13	Temperatura	°F							
14	Temperatura del Condensado	°F							
15	Flujo	LB/HR							
AGUA CALIENTE									
16	Alimentación al Generador	°F							
17	Del Generador	°F							
18	Retorno	°F							
TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE									
19	Del Condensador	°F							
20	A Espreas del Enfriador	°F							
21	Presión del Absorbador	mm. hg.							
TEMPERATURA DE LA SOLUCION									
22	Del Absorbador	°F							
23	Al Generador	°F							
24	Del Generador	°F							
25	Conc. del Cambiador de Calor	°F							
26	A Espreas	°F							
CONCENTRACION DE LA SOLUCION									
27	Del Generador	%							
28	Del Absorbador	%							
29	A Espreas	%							
CHEQUEOS									
30	Balanco de Calor	%							
31	Circulación Relativa	LB/LB							
RESULTADOS									
32	Carga	Tons.							
33	Economía	Lbs. de Vapor / Ton-Hr.							

BITACORA MENSUAL PARA T. E.

FECHA _____

NOMBRE _____

PAG. _____ DE _____

TORRE N° _____

MCA. _____

MODELO _____

SERIE N° _____

CAPACIDAD NOMINAL _____

MOTOR MCA. _____

DATOS						
	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL
HP						
VOLTS						
RPM						
AMPS						
S. F. FACTOR						
ELEMENTO DE SOBRECARGA						
BH AIRE ENC. _____	°F	°F	°F	°F	°F	°F
AP. _____	°F	°F	°F	°F	°F	°F
BS AIRE (AMB.) _____	°F	°F	°F	°F	°F	°F
COND. AGUA ENC. _____	°F	°F	°F	°F	°F	°F
AP. _____	°F	°F	°F	°F	°F	°F
GPM						
RPM VENTILADOR						
POLEA MOTRIZ						
POLEA VENTILADOR						
BANDA						

OBSERVACIONES _____

BITACORA MENSUAL PARA BOMBAS CENTRIFUGAS

FECHA _____

PAG. _____ DE _____

NOMBRE _____

BOMBA N°			
FABRICANTE			
TAMAÑO			
IMPULSOR			
SERVICIO			
DATOS PRUEBA	G.P.M.	PIE C.A.	BHP
DISEÑO			
ACTUAL			
DESCARGA			
SUCCION			
Δp	x 2.31		PIE C. A.
FAB. DEL MOTOR			
ESTRUCTURA			
H. P.			
AMPS		ACT:	/ /
VOLTS		ACT:	/ /
OBSERVACIONES			

BOMBA N°			
FABRICANTE			
TAMAÑO			
IMPULSOR			
SERVICIO			
DATOS PRUEBA	G.P.M.	PIE. C.A.	BHP
DISEÑO			
ACTUAL			
DESCARGA			
SUCCION			
Δp	x 2.31		PIE CA.
FAB. DEL MOTOR			
ESTRUCTURA			
H. P.			
AMPS		ACT:	/ /
VOLTS		ACT:	/ /
OBSERVACIONES			

BITACORA MENSUAL PARA U.M.A.

FECHA _____

PAG. _____ DE _____

NOMBRE _____

SISTEMA		
LOCALIZACION DE EQUIPO		
AREA DE SERVICIO		
FABRICANTE		
MODELO		
NUMERO DE SERIE		

	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL
PCM TOTAL VENTILADOR				
PCM TOTAL DESCARGA				
PRESION ESTATICA TOTAL				
PRESION DE ENTRADA				
PRESION DE DESCARGA				
R.P.M. VENTILADOR				

	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL
MCA. MOTOR				
HP/ BHP				
FASES				
VOLTAJE				
AMPERAJE				
R. P. M. - MOTOR				
F. S.				
ELEMENTOS TERMICOS				

POLEA MOTRIZ/RANURAS		
POLEA VENTILADOR/RANURAS		
BANDAS		

OBSERVACIONES _____

BITACORA MENSUAL PARA SERPENTIN DE AGUA REFRIGERADA

FECHA _____

PAG _____ DE _____

NOMBRE _____

SISTEMA								
LOCALIZACION								
SERVICIO								
FABRICANTE								
	DISEÑO	ACTUAL	DISEÑO	ACTUAL	DISEÑO	ACTUAL	DISEÑO	ACTUAL
PCM								
GPM								
C.P. SERP. PIE.C.A.								
T. A. E. °F								
T. A. S. °F								
T. A. E. °F (BS)								
T. A. E. °F (BH)								
T. A. S. °F (BS)								
T. A. S. °F (BH)								

OBSERVACIONES _____

BITACORA MENSUAL PARA V. E.

FECHA _____

PAG. _____ DE _____

NOMBRE _____

SISTEMA		
LOCALIZACION DE EQUIPO		
AREA DE SERVICIO		
FABRICANTE		
MODELO		
NUMERO DE SERIE		

	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL
PCM TOTAL - VENTILADOR				
PCM TOTAL DESCARGA				
PRESION ESTATICA TOTAL ^o				
PRESION DE ENTRADA				
PRESION DE DESCARGA				
R. P. M. VENTILADOR				

	ESPECIFICADO	ACTUAL	ESPECIFICADO	ACTUAL
MCA. MOTOR				
HP/BHP				
FASES				
VOLTAJE				
AMPERAJE				
R. P. M. MOTOR				
F. S.				
ELEMENTOS TERMICOS				

POLEA MOTRIZ/RANURAS		
POLEA VENTILADOR/RANURAS		
BANDAS		

o NO SIEMPRE REQUERIDO O APLICABLE

OBSERVACIONES _____

ANEXO "B"

Lista de Proveedores de Partes de Reposición.

- 1.- Regulador de gas marca, Fisher, mod. S-102 con resorte de 10" a 20" de col. de agua. O mod. S-262, 19 x 25 mm. Ø. - (actual).

Rydi, S.A. (representaciones y distribuciones industriales, S.A.), Guanabana # 53, México 16, D.F.

Tel: 5-47-45-35.

- 2.- Válvulas de globo para gas.

Díaz y Nuñez, S.A., Ayuntamiento # 59 C y D.

Tel: 5-10-02-38.

- 3.- Materiales eléctricos en general.

Eléctrica Saavedra, S.A. José María Marrequina # 67 locales 3 y 4, México 1, D.F. Tel: 5-12-70-22.

- 4.- Materiales para fabricación de empaques para agua y vapor en hule rojo y garlock de 1/8" de espesor.

Casa Brunsson, S.A. de C.V. República de el Salvador # 31, México 1, D.F. Tel: 5-18-28-47.

- 5.- Tornillería para bridas y soportes en general, para tuberías.

Cartuchos, S.A. Nápoles # 42, México 6, D.F.

Tel: 5-11-56-96.

6.- Materiales para plomería en general.

"El Surtider" Av. Observatorio # 260, México, D.F.

Tel: 2-77-48-22.

7.- Materiales para vapor en general.

P. Aranzabal, S.A. de C.V., Serapie Rendón # 55, México -
4, D.F. tel: 5-35-63-57.

8.- Honeywell, S.A. de C.V. Av. Constituyentes # 900 C.P. --
11950, México, D.F. tel: 5-70-20-33.

9.- Partes para equipo de bombeo.

Aurora "Picsa". Prelegación Emperadores # 235, esq. con
división del norte C.P. 03310, México, D.F.

Tel: 5-75-90-00.

10.- Equipo suavizador de agua.

Agua y Aire Ingenieros, S.A. de C.V. Calle 10 # 123-B, Mé-
xico 13, D.F. Tel: 5-82-60-46.

11.- Filtro mca, general, mod. 2A-700A Fuel oil filter para --
diesel.

Proveedores de Diesel, Gas y Productos Químicos.

1.- Contrato de diesel.

Compañía: Noriega y del Blanco, S.A.

Para cualquier suministro de diesel, prepercionar el siguiente número 31708, con el cual queda identificada la línea de llenado que está sobre la calle.

2.- Tratamiento químico al agua de condensados.

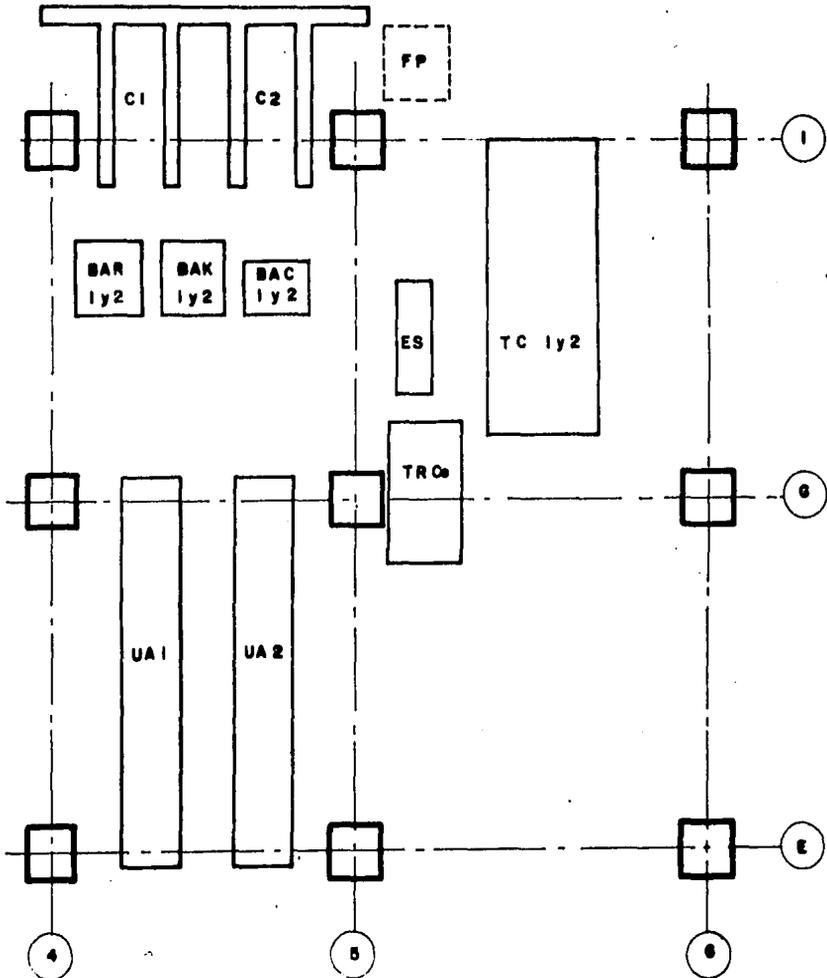
Compañía: Agua y Aire Ingenieros, S.A.

Aplicarse en las cisternas de la torre de enfriamiento - de la siguiente forma:

- a) Inhibidor de corrosión e incrustación.
(producto HWR-2370)
4.50 lt/día per getee en la TE-1.
- b) Biocida de amplio espectro (producto HWR-4060).
6 lt/semana, per cheque al anochecer cerrando la purga durante 2 hr. en la TE-1.
- c) Hipeclerite de sodio.
2.30 lt/semana per cheque al anochecer per intercalado con la biocida, en la TE-2 cerrando también la purga.
- d) Acido clerhídrico al 30%.
2.4 lt/día per getee en la TE-2
- e) La purga continua debe ser 12.5 lt/min., per cada torre de enfriamiento.

ANEXO "C"

LOCALIZACION DE EQUIPO CUARTO CENTRAL AIRE ACONDICIONADO



ANEXO "D"

Colores en Tuberías.

Línea de gas.

Color amarillo.

Línea de purgas.

Color verde esmeralda.

Línea de diesel.

Color negro.

Línea de vapor.

Un fleje plateado.

Línea de agua de condensados.

Un fleje gris y otro -
fleje azul claro.

Línea de agua suave.

Color azul claro.

Línea de agua refrigerada.
(No tratada).

Un fleje verde y un fleje
rojo.

Línea de agua caliente.
(no tratada).

Un fleje rojo.

Línea de agua condensada
(tratada).

Color azul marino.

Las flechas negras en las tuberías de A.R. y A.C., indican la dirección del flujo. Las letras corresponden con la nomenclatura utilizada en el manual.

DISTRIBUCION DE AIRE



SUBE DUCTO



BAJA DUCTO



DIFUSOR DE 4 VIAS



DIFUSOR DE 3 VIAS



REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION



DIFUSOR DE 2 VIAS



DIFUSOR DE 1 VIA



REJILLA DE PUERTA TIPO NO VISION DOBLE MARCO A 030 cm.
SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO (S.N.P.T.)



REPARTICION DEL DUCTO EN PULGADAS

PCM CANTIDAD DE AIRE EN PIES CUBICOS POR MINUTO



TRANSFORMACION DE DUCTO CUADRADO A REDONDO



JUNTA FLEXIBLE DE LONA AHULADA

RED HIDRAULICA

	VALVULA DE BOLA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE RETENCION (CHECK)
	FILTRO (GRIEGA)
	REDUCCION CONCENTRICA (BUSHING O CAMPANA)
	REDUCCION EXENTRICA
	TUERCA UNION
	VALVULA MACHO
	VALVULA DE FLOTADOR
	VALVULA MARIPOSA
	VALVULA MOTORIZADA DE 2 VIAS
	VALVULA MOTORIZADA DE 3 VIAS
	TERMOMETRO CON TERMOPOSO
	TERMOSTATO (CUARTO O BULBO REMOTO)
	HUMIDOSTATO (CUARTO O DUCTO)
	HUMIDIFICADOR
	MANOMETRO QUE INCLUYE: RIZO (COLA DE COCHINO) Y-
	VALVULA DE PASO 1/4" Ø (6mm)
	VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION

SRH-01

SIMBOLOGIA

RED HIDRAULICA

-  CABEZAL
-  TUBERIA
-  REDUCCION
-  TAPON CAPA
-  TUERCA UNION

CODOS

BRIDADO

ROSCADO

SOLDADO

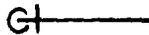
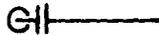
45 GRADOS



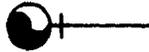
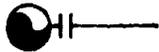
90 GRADOS



VUELTA HACIA
ABAJO



VUELTA HACIA
ARRIBA



S RH-02

SIMBOLOGIA

B I B L I O G R A F I A.

Hernández Goribar Eduardo.

"Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración".

Editorial LIMUSA, S.A.

México, D.F. 1955.

P.P. 115-122.

"Manual de Calderas SELMEC".

Sociedad Electro Mecánica, S.A. de C.V.

México, D.F. 1981.

Talleres de IMPREDIT, S.A.

P.P. 32, 230-232.

Application Data 39 E.

(Chilled Water Coils).

División of CARRIER Corporation.

Syracuse, N.Y. 1977.

P.P. 1-3.

Ventiladores Centrifugos de Alabes Incluidos Hacia
Atrás-Aerodinámicos, Diseño 10-Clases I-II-III-IV-V.

Equipos Electromecánicos, S.A. (Arnee-Chicago). Boletín A-109.

KM. 19.3 Carretera Naucalpan-Ecatepec

Chilpan, Edo. de México.

P.P. 6-7.

DEGLER, H. E.

The Industrial Cooling Tower.

The Marley Company.

Kansas City, Missouri, U.S.A.

P.P. 3-6.

Hermetic Absorption Liquid Chillers 16 JB, 70 THRU.

815 Tons, 50/60 Hertz.

Carrier Corporation

Syracuse, N. Y. 1976

P.P. 9-10, 13.

Programa de Adiestramiento Técnico de Operación y -

Mantenimiento para Equipos Enfriadores de Líquidos

tipo Absorción Carrier.

Elizondo, S.A. (Carrier).

México, D.F. 1980.

P.P. 7-16.

Manual de Instalación y Mantenimiento .

(Torre de Enfriamiento KAFB).

FLAKT de México, S.A. de C.V.

México, D.F. 1984.

P.P. 3-4.

Selección, Operación de Bombas de Agua y Sistemas

de Bombas.

División de Educación Continua.

Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

México, D.F. 1984.

"Manual de Aire Acondicionado".

Carrier Air Conditioning Company.

Marcobe, S.A. de Beixareu Editores,

Barcelona-7, España 1979.

Primera parte, Estimación de la Carga Térmica.

P.P. 2-18, 23-30, 49-51, 56-59, 69-75, 91, 94-105.